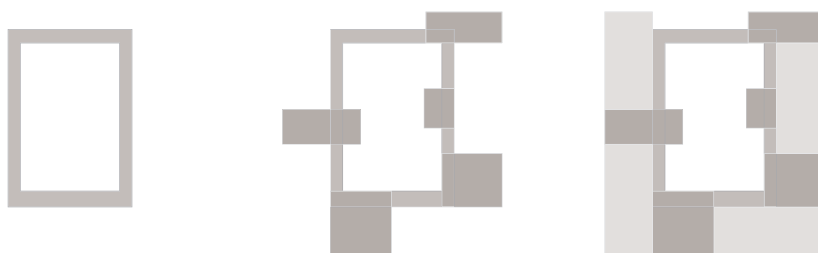


# ARQUITECTURA PARA EL ENVEJECIMIENTO

## VIVIENDAS EN TORNO AL PATIO



# ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	4
1.1. ANTECEDENTES .....	4
1.2. EMPLAZAMIENTO Y ENTORNO FÍSICO .....	5
1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y PROGRAMA DE NECESIDADES .....	6
1.4. CUADROS DE SUPERFICIE .....	7
2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA.....	10
3. JUSTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES URBANÍSTICAS.....	13
3.1. NECESIDAD DE INTERVENCIÓN EN EL ÁMBITO DE ACTUACIÓN .....	13
3.2. PLANEAMIENTO DE APLICACIÓN .....	13
3.3. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE USO.....	14
3.4. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE PROTECCIÓN .....	15
3.5. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE INTEGRACIÓN .....	17
3.6. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE PARCELACIÓN Y ALINEACIÓN.....	18
3.7. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SUPERFICIE .....	21
3.8. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE POSICIÓN Y FORMA DEL EDIFICIO.....	21
4. MEMORIA DE ESTRUCTURA .....	22
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	22
4.1.1. ESTRUCTURAS PRINCIPALES .....	22
4.1.2. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS .....	23
4.2. PREDIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA.....	24
4.2.1. ESTRUCTURAS PRINCIPALES; BLOQUE 1 (SUR).....	24
4.2.2. ESTRUCTURAS PRINCIPALES; BLOQUE 2 (NORTE).....	25
4.2.3. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 1.....	27
4.2.4. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 2.....	27
4.2.5. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 3.....	28
4.2.6. REHABILITACIÓN DEL EDIFICIO PATRIMONIAL .....	29
4.3. JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES ESTRUCTURALES ADOPTADAS.....	30
4.3.1. ESTRUCTURAS PRINCIPALES; BLOQUE 1 (SUR).....	30
4.3.2. ESTRUCTURAS PRINCIPALES; BLOQUE 2 (NORTE).....	30
4.3.3. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 1.....	30
4.3.4. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 2.....	31
4.3.5. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 3.....	31
4.4. PROCESO DE VALIDACIÓN DEL MODELO ESTRUCTURAL .....	31
4.4.1. MATERIALES ESTRUCTURALES Y NIVELES DE CONTROL.....	31
4.4.2. ACCIONES .....	32
4.4.3. INTRODUCCIÓN DEL MODELO EN CYPE Y SIMPLIFICACIONES .....	34

4.4.4. ERRORES PRINCIPALES Y SOLUCIONES ADOPTADAS .....	35
4.5. VERIFICACIONES ELU Y ELS .....	36
4.6. PREDIMENSIONADO MECÁNICO DE LA VIGA DE LA PSARELA.....	38
5. MEMORIA DE CIMENTACIÓN .....	40
5.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DATOS PREVIOS.....	40
5.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA.....	40
5.1.2. DATOS DEL TERRENO .....	40
5.2. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	41
5.2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN .....	41
5.2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA LOSA COMO SISTEMA ELEGIDO .....	41
5.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	42
5.4. MATERIALES DE CIMENTACIÓN Y NIVELES DE CONTROL.....	42
5.5. CÁLCULOS DE CIMENTACIÓN.....	43
5.5.1. DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	43
5.5.2. NÚCLEO CENTRAL .....	43
5.5.3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE BALASTO .....	44
5.5.4. VERIFICACIÓN DE E.L.U. Y E.L.S.....	47
6. MEMORIA CONSTRUCTIVA .....	55
6.1. JUSTIFICACIÓN CONSTRUCTIVA DE LA PROPUESTA .....	55
6.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS .....	55
6.2.1. CERRAMIENTOS.....	55
6.2.2. CUBIERTAS.....	57
6.2.3. CONTACTO CON EL TERRENO .....	59
6.3. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA (CTE) .....	61
6.3.1. CTE DB-HS1 .....	61
6.3.2. CTE DB-HS6 .....	63
6.3.3. CTE DB-HE1 .....	63
6.3.4. CTE DB-HR .....	64
6.3.5. CTE DB-SI .....	64
7. MEMORIA DE INSTALACIONES.....	66
7.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	66
7.1.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PASIVOS.....	66
7.1.2. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS ACTIVOS.....	68
7.2. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS (AFS Y ACS).....	68
7.2.1. CÁLCULO DE AFS .....	68
7.2.2. CÁLCULO ACS .....	70
7.3. SANEAMIENTO .....	72
7.3.1. CÁLCULO DE LA RED DE SANEAMIENTO .....	73
7.4. ELECTRICIDAD.....	75

7.4.1. LUMINOTECNIA.....	77
7.5. TELECOMUNICACIONES .....	79
7.6. GAS BUTANO .....	79
7.7. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN.....	80
7.7.1. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN VIVIENDAS .....	80
7.7.2. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN EN LOCALES TERCARIOS.....	82
8. JUSTIFICACIÓN DE ACCESIBILIDAD .....	86
8.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	86
8.2. RECORRIDOS EN EL EDIFICIO .....	86
8.3. ACCESIBILIDAD ENTRE PLANTAS DEL EDIFICIO .....	86
8.4. ESPACIO PARA GIROS Y PASILLOS .....	86
8.5. VIVIENDA ACCESIBLE .....	87
8.6. PASEO PÚBLICO DE LA MURALLA .....	89
9. VALORACIÓN ECONÓMICA GLOBAL .....	90
10. CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	93



# 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 1.1. ANTECEDENTES

La sociedad española, así como muchas otras en el mundo, se enfrenta a un reto sin precedentes: la inversión de la pirámide poblacional. Según los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Cartografía, el 1 de enero del año 2020, más del 20% de la población empadronada en España está por encima de los 65 años, y según dictan los datos, este porcentaje tenderá a subir en un futuro próximo.

En España, las personas mayores prefieren quedarse en su propia vivienda el mayor tiempo posible debido, en general, a motivos sentimentales, patrimoniales (viviendas en propiedad) o sociales, además de permitirles una completa independencia. Todo esto, unido a que la población mayor de 65 años tiene cada vez una salud más fuerte, un mayor nivel cultural y un mayor poder adquisitivo, hace que rechacen abandonar sus viviendas por otras alternativas.

No obstante, cabe destacar que un alto porcentaje de personas de más de 65 años en España (alrededor del 20%) viven en una situación de vulnerabilidad residencial en viviendas con problemas de habitabilidad. Esta falta de adaptación espacial a la disminución física del individuo, así como la carencia de determinados servicios, la soledad en la que viven muchos de nuestros mayores o la exclusión que sufren por parte de la sociedad moderna, son indicadores suficientes de que es necesario repensar la arquitectura y el urbanismo para el envejecimiento.

En general, las residencias en España tienen una connotación negativa. La sociedad las ve como lugares lúgubres, tristes, lugares a los que nadie, excepto los que no tienen otra opción, les gustaría mudarse, y es evidente que esto tiene que cambiar.

La arquitectura, acompañada siempre por la sociedad, tiene que repensar como debe ser un lugar de convivencia para personas mayores. Por un lado, deben ser lugares sociales, que propicien la creación de nuevos vínculos y amistades, así como permitir mantener las antiguas, lugares que inciten a las personas a mantenerse activas, a realizar diversas actividades y a integrarse en el tejido de la sociedad moderna y del entorno que las rodea.

Por otro lado, debe asegurar un envejecimiento satisfactorio, y por tanto deben ser lugares capaces de suplir la disminución de las capacidades físicas y mentales que puede conllevar la vejez. Los espacios han de ser de fácil utilización y orientación, permitiendo su apropiación para convertirlos en lugares fáciles de identificar como propios, además de permitir a sus habitantes el acceso a todos los servicios y atenciones que puedan requerir.

En conclusión, los arquitectos debemos anticiparnos a este nuevo escenario que se presenta, previendo que necesidades reales tendrá la sociedad envejecida y aportando nuevas soluciones que mejoren la situación de nuestros mayores, que dentro de no mucho, será también la nuestra.

## 1.2. EMPLAZAMIENTO Y ENTORNO FÍSICO

El proyecto se localiza al norte de la localidad de Marchena (Sevilla), concretamente en la unidad de ejecución B2 del PEPCH de Marchena de 1994 y la parcela que colinda al sur, contabilizando un total de 3580 m<sup>2</sup>. (Referencias catastrales 6048777TG8364N0001OK, 6048776TG8364N0001MK y 60487B8TG8364N0001WK.



Recortes de la sede virtual del Catastro.



Plano de Situación. (Elaboración propia)

Dicha unidad corresponde al espacio del antiguo Convento de Capuchinos de Marchena, del cual quedan diversos restos de interés, entre los que destaca la nave principal del mismo. Sin embargo, el abandono que sufre este espacio y su avanzado deterioro hacen necesario una intervención que permita revertir esta situación.

El ámbito de actuación limita en su lado norte con la muralla de la Alcazaba y el Pasaje de Capuchinos, al oeste con la Plaza Ducal, haciendo medianera con los edificios que rodean la misma, al sur con la Calle Amargura y al este con la carretera comarcal A380, parte de la red secundaria de la Red de Carreteras de Andalucía definida en el artículo 3 de la Ley 8/2001. Es destacable la existencia de un desnivel de casi 4 metros entre la Plaza Ducal y la A380 (Carretera de Carmona) en su punto más bajo al paso por el ámbito de actuación.

### 1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y PROGRAMA DE NECESIDADES

El proyecto consiste en un edificio de nueva planta que integra y rehabilita una nave perteneciente al antiguo Convento de Capuchinos de Marchena. El edificio consta de un basamento continuo que integra aquellos usos de carácter más público, situado a la cota de la carretera de Carmona (A-380), y tres volúmenes que sobresalen de él (uno de ellos corresponde a la nave mencionada) y que albergan aquellos usos de carácter más privativo.



Basamento (PB): En esta planta encontramos los usos abiertos no sólo a las personas residentes, sino también al barrio, y que son:

- Bar/Cafetería
- Peluquería
- Colmado/ Quiosco
- Zona médica/ Fisioterapia/ Podología
- Gimnasio
- Lavandería
- Zona de trasteros
- Zonas de Instalaciones
- Biblioteca
- Zona de Exposiciones
- Áreas de acceso a las viviendas
- Espacios verdes y zonas de descanso al aire libre

Volúmenes superiores (P1 y P2): En el volumen correspondiente al Convento de Capuchinos encontramos la recepción y los espacios administrativos, mientras que en los dos volúmenes de obra nueva encontramos viviendas para 26 personas, agrupadas en grupos de 8 o 10 unidades. No obstante, teniendo en cuenta que todos los dormitorios cuentan con espacio suficiente para una cama de matrimonio, en algunos casos estos números podrían doblarse. En estos volúmenes también encontramos una cocina/comedor comunitario, un salón/sala para la televisión, un área de juegos, terrazas comunitarias y diversas áreas de reposo.

Junto con las edificaciones ya comentadas, se proyecta un espacio de recorrido público colindante a la muralla de la Alcazaba, cuya intención es unir el centro histórico de la ciudad de Marchena con la zona Norte de la localidad, en expansión. Marchena ha crecido siempre hacia el sur, donde actualmente se localizan la mayor parte de los usos terciarios, provocando una situación de abandono en el entorno de la Plaza Ducal y la Zona Norte. Mediante la creación de nuevos usos y recorridos, se pretende devolver a esta zona la vida que antaño tenía.

## 1.4. CUADROS DE SUPERFICIE

SUPERFICIE CONSTRUIDA		
PLANTA BAJA	1688,50	
PLANTA PRIMERA	VOLUMEN 1	133,16
	VOLUMEN 2	845,94
	VOLUMEN 3	600,61
	TERRAZAS CUB.	51,36
PLANTA SEGUNDA	VOLUMEN 1	133,16
	VOLUMEN 2	842,91
	VOLUMEN 3	596,52
TOTAL	4892,16	

PLANTA BAJA		SUPERFICIE ÚTIL (m²)
CAFETERÍA/RESTAURANTE	SALA PRINCIPAL (1)	118,74
	COCINA + ALMACÉN (2)	13,63
	ASEOS (3)	9,76
PELUQUERÍA	ESPACIO ÚNICO (4)	46,41
COLMADO	ESPACIO ÚNICO (5)	26,78
ZONA MÉDICOS	RECEPCIÓN/S. ESPERA (6)	38,94
	ALMACÉN (7)	2,60
	ASEOS (8)	5,40
	PASILLO (9)	10,22
	SALA 1 (10)	28,26
	SALA 2 (11)	19,80
	SALA 3 (12)	21,72
CENTRO TRANSFORMACIÓN	ESPACIO ÚNICO (13)	20,83
GIMANSIO	SALA PRINCIPAL (14)	120,64
	ASEOS/VESTUARIOS (15)	48,62
LAVANDERÍA	ESPACIO ÚNICO (16)	29,16
CUARTO INSTALACIONES	ZONA 1 (17)	9,66
	ZONA 2 (18)	27,73
TRASTEROS	PASILLOS (19)	9,74
	TRASTEROS (20)	24,80
BIBLIOTECA	SALA PRINCIPAL (21)	181,60
	HALL (22)	40,00
	PASILLO (23)	11,85
	ALMACÉN (24)	13,95
	ASEOS (25)	11,30
S. EXPOSICIONES (CONVENTO)	SALA PRINCIPAL (26)	65,60
	NÚCLEO C. VERTICAL (27)	14,35
ACCESO A VIV. 1	PORTAL (28)	45,51
	ASCENSOR (29)	3,99
	ESCALERA (30)	11,91
ACCESO A VIV. 2	PORTAL (31)	34,26
	SALA COMUNITARIA (32)	62,71
	ASCENSOR (33)	4,72
	ESCALERA (34)	13,69
	PASILLO (35)	17,14
ESPACIO EXTERIOR CUBIERTO*	ESPACIO ÚNICO (36)	507,58
SUPERFICIE ÚTIL TOTAL		1419,81

\* Están escritos los m² totales, pero en la suma final computan al 50%

PLANTA PRIMERA			SUPERFICIE ÚTIL (m²)
VOLUMEN 1 (CONVENTO)	RECEPCIÓN (1)		65,6
	NÚCLEO DE C. VERTICAL (2)		14,35
VOLUMEN 2 (VIVIENDA 1)	UN. HABITACIONAL DOBLE 1 X3	DOMIRTORIO 1 (3)	12,03
		DORMITORIO 2 (4)	12,03
		BAÑO 1 (5)	8,02
		BAÑO 2 (6)	8,02
		SALONES/COCINA (7)	32,02
		ESP. MULTIFUNCIÓN (8)	7,48
		TERRAZA 1 (9)	3,85
		TERRAZA 2 (10)	3,85
	TOTAL		87,3
	UN. HABITACIONAL DOBLE EN ESQUINA X1	DOMIRTORIO 1 (11)	12,16
		DORMITORIO 2 (12)	12,03
		BAÑO 1 (13)	7,36
		BAÑO 2 (14)	8,02
		SALONES/COCINA (15)	32,02
		ESP. MULTIFUNCIÓN (16)	7,48
		TERRAZA 1 (17)	3,85
		TERRAZA 2 (18)	3,85
	TOTAL		86,77
	SALAS COMUNITARIAS	COCINA/COMEDOR (19)	32,12
		SALÓN/SALA TV (20)	48,0
		ÁREA DE JUEGOS (21)	33,66
		ZONAS DE ESTAR (22)	22,4
	ESPACIOS DE SERVICIO	HALL EXT. CUBIERTO * (23)	20,12
		HALL INTERIOR (24)	26,97
		RECORRIDOS HOR. (25)	143,5
		INSTALACIONES (26)	5,84
		CUARTO LIMPIEZA (27)	10,75
		ASCENSOR (28)	4,43
		ESCALERA (29)	13,15
	TERRAZAS COMUNES CUBIERTAS	TERRAZA 1* (30)	30,32
		T. COMÚN CON VIV.3* (31)	55,35
VOLUMEN 3 (1/2 VIVIENDA 3)	UN. HABITACIONAL DOBLE 1 X2	DOMIRTORIO 1 (32)	12,03
		DORMITORIO 2 (33)	12,03
		BAÑO 1 (34)	8,02
		BAÑO 2 (35)	8,02
		SALONES/COCINA (36)	32,02
		ESP. MULTIFUNCIÓN (37)	7,48
		TERRAZA 1 (38)	3,85
		TERRAZA 2 (39)	3,85
	TOTAL		87,3
	UN. HABITACIONAL INDIVIDUAL X1	DORMITORIO (40)	12,03
		DORM. CUIDADOR (41)	8,0
		BAÑO (42)	8,02
		BAÑO CUIDADOR (43)	5,68
		SALÓN/COCINA (44)	16,14
		TERRAZA (45)	3,65
	TOTAL		53,5
	SALAS COMUNITARIAS	COCINA/COMEDOR (46)	51,18
		ZONAS DE ESTAR (47)	11,28
		ÁREA DE JUEGOS (48)	21,59
	ESPACIOS DE SERVICIO	HALL EXT.CUBIERTO * (49)	20,6
		HALL INTERIOR (50)	22,48
		RECORRIDOS HOR. (51)	114,23
		CUARTO LIMPIEZA (52)	6,97
		ASCENSOR (53)	3,99
		ESCALERA (54)	14,92
	TERRAZA COMÚN CUBIERTA	TERRAZA 1* (55)	17,05
SUPERFICIE ÚTIL TOTAL			1315,92
* Están escritos los m² totales, pero en la suma final computan al 50%			

PLANTA SEGUNDA			SUPERFICIE ÚTIL (m²)
VOLUMEN 1 (CONVENTO)	ADMINISTRACIÓN (1)		65,6
	NÚCLEO DE C. VERTICAL (2)		14,35
VOLUMEN 2 (VIVIENDA 1)	UN. HABITACIONAL DOBLE 1 X3	DOMIRTORIO 1 (3)	12,03
		DORMITORIO 2 (4)	12,03
		BAÑO 1 (5)	8,02
		BAÑO 2 (6)	8,02
		SALONES/COCINA (7)	32,02
		ESP. MULTIFUNCIÓN (8)	7,48
		TERRAZA 1 (9)	3,85
		TERRAZA 2 (10)	3,85
	TOTAL		87,3
	UN. HABITACIONAL DOBLE EN ESQUINA X1	DOMIRTORIO 1 (11)	12,16
		DORMITORIO 2 (12)	12,16
		BAÑO 1 (13)	7,36
		BAÑO 2 (14)	8,02
		SALONES/COCINA (15)	32,02
		ESP. MULTIFUNCIÓN (16)	7,48
		TERRAZA 1 (17)	3,85
		TERRAZA 2 (18)	3,85
	TOTAL		86,9
	SALAS COMUNITARIAS	COCINA/COMEDOR (19)	32,12
		SALÓN/SALA TV (20)	48,0
		ÁREA DE JUEGOS (21)	33,66
		ZONAS DE ESTAR (22)	49,4
	ESPACIOS DE SERVICIO	HALL INTERIOR (23)	17,1
		RECORRIDOS HOR. (24)	143,5
		INSTALACIONES (25)	5,84
		CUARTO LIMPIEZA (26)	10,75
		ASCENSOR (27)	4,43
VOLUMEN 3 (1/2 VIVIENDA 3)	UN. HABITACIONAL DOBLE 1 X2	DOMIRTORIO 1 (28)	12,03
		DORMITORIO 2 (29)	12,03
		BAÑO 1 (30)	8,02
		BAÑO 2 (31)	8,02
		SALONES/COCINA (32)	32,02
		ESP. MULTIFUNCIÓN (33)	7,48
		TERRAZA 1 (34)	3,85
		TERRAZA 2 (35)	3,85
	TOTAL		87,3
	UN. HABITACIONAL INDIVIDUAL X1	DORMITORIO (36)	12,03
		DORM. CUIDADOR (37)	8,0
		BAÑO (38)	8,02
		BAÑO CUIDADOR (39)	5,68
		SALÓN/COCINA (40)	16,14
		TERRAZA (41)	3,65
	TOTAL		53,5
	SALAS COMUNITARIAS	SALÓN/SALA TV (42)	51,18
		ZONAS DE ESTAR (43)	29,54
		ÁREA DE JUEGOS (44)	21,59
	ESPACIOS DE SERVICIO	HALL INTERIOR (45)	21,2
		RECORRIDOS HOR. (46)	114,23
		CUARTO LIMPIEZA (47)	6,97
		ASCENSOR (48)	3,99
SUPERFICIE ÚTIL TOTAL			1250,37
* Están escritos los m² totales, pero en la suma final computan al 50%			

## 2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA

¿Cómo generar un espacio para la vida colectiva que sea capaz de resolver todas las necesidades de cada individuo por separado y a la vez de la comunidad en su conjunto, que logre salvaguardar la intimidad y paralelamente consiga generar relaciones sociales, que, como ansiaba Barthes, genere una vida regida por la comunidad y a la vez por la <<idiorritmia>>?

Impulsivamente, la primera imagen que aparece en mi mente de ese espacio es la manzana cerrada. El círculo completo, sin límites, continuo, sin principio ni fin, frente a la línea abierta, con extremos, discontinua e interrumpida.

Posiblemente, dicho impulso tenga relación con la larga tradición de esta tipología a lo largo de toda la existencia del ser humano, a excepción de su depreciación por parte del movimiento moderno.

Uno de los primeros ejemplos del uso de la organización cerrada son los monasterios, aunque en muchos casos quizás el éxito de la vida en comunidad de los monjes deba atribuirse más al estricto horario que regía sus vidas que a la capacidad del espacio de generar relaciones. Georges Duby, en su obra <<San Bernardo y el arte Cisterciense>>, muestra el prototipo ideal del monasterio cisterciense: un conjunto de celdas en planta alta en torno a un patio que encuentran en la planta inferior una serie de estancias para la vida en comunidad, a la cual se acude únicamente cuando el horario así lo indica. La existencia de estas reglas u horario hace que la búsqueda de una conexión entre lo común y lo individual sea innecesaria.

Mucho más interesante resulta la organización y vida de los monasterios cartujos, representada de manera idealizada por Viollet-Le-Duc en 1858. Pese a que se formaliza también mediante un patio, su desarrollo general en una única planta (comúnmente, tres lados de la manzana estaban ocupados por las celdas de los monjes, y el cuarto por las estancias comunitarias) hace que el patio se convierta de verdad en un elemento generador de relaciones, un lugar de conexión entre los residentes que conecta lo público y lo privado y al que los monjes no tenían que acudir de manera expresa para relacionarse, sino que, en las horas permitidas para ello, el simple hecho de abandonar su celda ya los ponía en contacto.

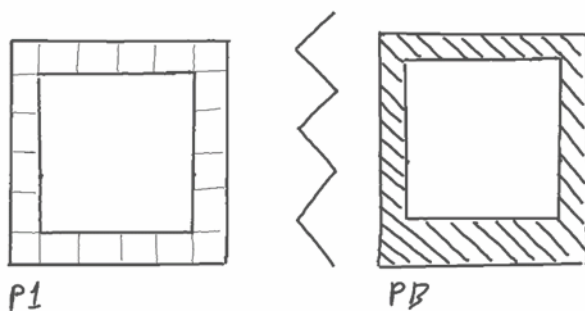


Fig. 1. Esquema monasterio Cisterciense

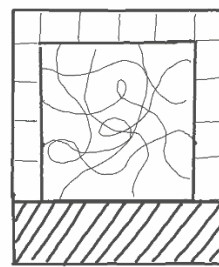


Fig. 2. Esquema Monasterio Cartujo

Mientras que en el primero las relaciones sociales se establecen debido a una intención premeditada, una decisión (ya sea propia o dictaminada por un cargo superior) de dirigirse al lugar de reunión, en el segundo la relación surge de manera fluida gracias a la conexión espacial existente entre lo individual y lo colectivo.

La aplicación posterior de este esquema a la vida en comunidad de las ciudades se va distorsionando debido a la demanda de espacio hasta el punto de ser completamente rechazada. Como explica el urbanista Ramón López Lucio en su artículo <<Manzana cerrada, bloque abierto>>, las grandes manzanas burguesas <<se densifican y compactan notablemente en el siglo XIX. Respetando los antiguos trazados, se reedifica en altura y profundidad. La vivienda colectiva se convierte en predominante, desaparecen los espacios libres, y en su lugar se proyectan exiguos patios de luces que complementan las necesidades de ventilación de las viviendas y cuartos interiores>>.

Esto provoca que el movimiento moderno vea en esta tipología una solución anticuada, oscura e insalubre, y por ello recurren al edificio lineal, capaz de otorgar una correcta ventilación e iluminación a la totalidad de sus



viviendas, y que encuentra sus exponentes en proyectos como <<La Unidad de Habitación>> de Le Corbusier o el <<Instituto Textil>> de Leonídov. No obstante, y sin querer ni mucho menos desprestigiar tales obras, no considero que exista una relación verdadera entre lo común y lo privativo, ni que el espacio incite a la generación de encuentros, miradas o relaciones sociales. El espacio lineal, desde mi punto de vista, resulta más individualista que comunitario.

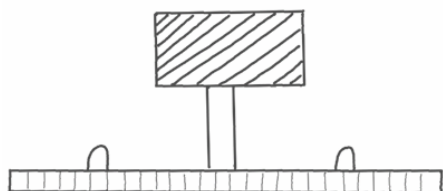


Fig. 3. Esquema en planta I. Textil de Leonídov

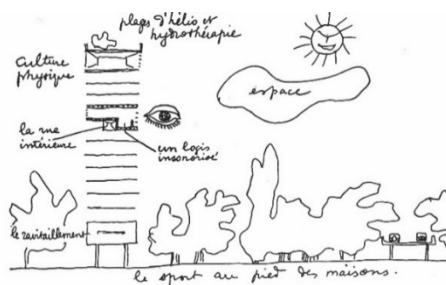


Fig. 4. Esquema de la U. de Habitación de Le Corbusier (Autor: Le Corbusier)

Además, resulta evidente que la imagen negativa que el movimiento moderno asocia a la manzana cerrada es más producto de un mal uso del tipo que de las propiedades intrínsecas del mismo. Prueba de esto es el interés renovado por esta tipología en arquitectos como Aldo Rossi, para quien el patio central se convierte en un espacio cuyo interés radica más en las relaciones sociales que genera y que proyecta como un espacio de conexión y no como una forma de resolver un problema de salubridad.

El arquitecto italiano se sintió particularmente atraído por la arquitectura sevillana, en parte debido a su relación con las Casas di Ringhiera, las viviendas sociales características de Milán en las que los distintos apartamentos comparten un balcón o galería. Este hecho se evidencia en sus repetidas visitas y en proyectos como la intervención en el corral del Conde o el planeamiento del barrio de San Rocco, donde <<la estructura arquitectónica lograda tiene la fuerza de las grandes fábricas históricas que desarrollaron el tipo claustal latino>> (González Capitel, A.). De estos proyectos podemos aprender las ventajas extraíbles de recuperar la organización en manzana cerrada. Si bien es cierto que el papel del patio tal y como lo vemos en los monasterios Cartujos no puede ser imitado debido a la densidad poblacional, el concepto de condensador social, lugar de encuentro y transición entre lo colectivo y lo privado queda representado por las galerías, generalmente abiertas, y su prolongación hacia el patio central.

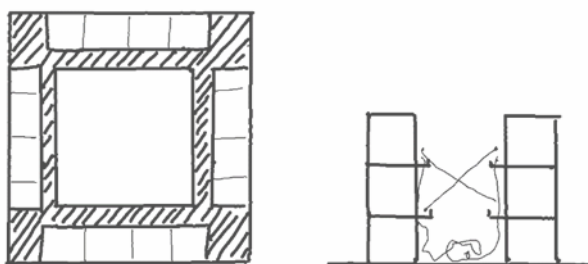


Fig. 5. Esquema básico de manzana cerrada con galería abierta



Fig. 6. Casa di Ringhiera, Milán

Ahora bien, ¿Sería posible trasladar las ventajas de la organización Cartuja al edificio de manzana cerrada actual? ¿Qué pasaría si la galería en este tipo de edificio, capaz ya de por sí de generar relaciones visuales gracias a su geometría, fuese además de un lugar de encuentro, de unión entre lo común y lo privado, un lugar de estancia, un lugar donde relacionarse? ¿Podría trasladarse esa idea de patio Cartujo, de espacio común vividero al que no acudes, sino que te encuentras, a un edificio actual?

Ya en el siglo XX encontramos numerosos proyectos donde la galería deja a un lado la racionalidad extrema y la anchura homogénea en busca de espacialidades más complejas que inciten a las relaciones comunales. Un ejemplo de esto podría ser el Pasaje Valvanera en Sevilla, diseñado por Manuel Martínez Mas y Ramón Balbuena y Huertas en 1930, y que Rossi define en su autobiografía como <<una casa y una calle, un puente y un camino, el término pasaje "passaggio", supera la definición topográfica para significar el paso a una



nueva arquitectura donde la gente se encuentre y sea libre, donde la realidad sea la base y el objeto de la imaginación. Valvanera podría ser una novela o una película; para mí es uno de los monumentos de Sevilla>>.

Este ha sido el objetivo perseguido en la realización de mi proyecto. Partiendo de una tipología que de base considero como la más idónea para la generación de un condensador social, he manipulado el concepto de la galería tradicional como espacio de paso buscando convertirla en un espacio común vividero que permita a los residentes encontrarse tal y como los Cartujos lo hacían para intercambiar sus experiencias de los ejercicios espirituales en el patio del monasterio.



Fig. 7. Esquema de proyecto para el Co-living de la tercera edad

## BIBLIOGRAFÍA

- Ábalos, Iñaki. (2020). *Palacios Comunes Atemporales. Genealogía y Anatomía*. Barcelona. Puente Editores.
- Rossi, A. (1981). *Autobiografía Científica*. Barcelona. Gustavo Gili.
- González Capitel, Antón. (1996). *La contestación al desarrollo moderno en Europa: el pensamiento y la obra de Aldo Rossi (Sección de: Arquitectura europea y americana después de las vanguardias)*. Madrid. Espasa-Calpe.
- López Lucio, Ramón. (2002). *Manzana cerrada, bloque abierto (Sección de: Guía de urbanismo de Madrid: Siglo XX)*. Madrid.
- Torres Martínez, Francisco. (1979). *Nota sobre un proyecto para Sevilla*. Sevilla.

## 3. JUSTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES URBANÍSTICAS

### 3.1. NECESIDAD DE INTERVENCIÓN EN EL ÁMBITO DE ACTUACIÓN

El ámbito B2 del PEPCH de Marchena, así como la parcela colindante al sur, se encuentran en un avanzado estado de abandono. La Plaza Ducal y su entorno fueron siglos atrás el centro de la vida de la localidad sevillana, pero el crecimiento hacia el sur que ha experimentado el municipio ha conllevado el traslado de los principales usos terciarios y, por tanto, de la vida diaria.

No obstante, en los últimos años ha surgido por parte del ayuntamiento de Marchena la intención de mejorar la actual situación del sector Norte. La única solución existente para lograr este fin es la de crear nuevos usos que consigan atraer a la población, haciendo que el área vuelva a recobrar la vida que en otra época le caracterizaba.

Para este plan se proponen dos estrategias:

- La primera es generar nuevos usos terciarios, como un parque o equipamiento deportivo, educativo o cultural, más allá de la carretera de Carmona, llevando a cabo por primera vez un crecimiento del municipio hacia el norte. Esta actuación iría acompañada por la desviación de la carretera de Carmona, carretera con gran tránsito, y la conversión de la actual carretera en una vía más amable de escala doméstica.
- La segunda estrategia consiste en insertar nuevos usos en las edificaciones y parcelas del casco histórico en desuso, entre las cuales se encuentra nuestro ámbito de actuación. El problema existente para esto es el desfasado planeamiento urbanístico de la localidad, realizado hace casi 30 años, y cuyos resultados han sido negativos para el sector en el que nos encontramos. Dicho plan no tiene en cuenta las necesidades actuales de una población como Marchena, y, aunque es evidente que debemos cuidar nuestro patrimonio, a veces es excesivamente estricto e impide que se le puedan dar nuevas vidas a las edificaciones preexistentes. Si la situación actual de un edificio impide su reutilización, y el plan impide modificarlo, el único destino posible para ese edificio es el abandono y la ruina. Sin embargo, si se permiten determinadas modificaciones que no destruyan la esencia y la historia de la edificación pero que permitan su reutilización y adaptación a las necesidades actuales, ese edificio podrá gozar de una segunda vida.

Con estas ideas en mente se realizó a lo largo del primer cuatrimestre la Modificación del Plan Especial de Protección del Conjunto Histórico de Marchena en el Ámbito del Convento de Capuchinos. Dicho plan ha permitido poder generar una edificación que, además de integrar y poner en valor la nave principal del convento y la muralla de la alcazaba, va a condensar diversos usos y a contribuir a la restitución del sector norte como una de las zonas principales de la localidad.

### 3.2. PLANEAMIENTO DE APLICACIÓN

El planeamiento de aplicación para este proyecto está constituido por el PEPCH de Marchena de 1994, por las Normas Subsidiarias y por la Modificación del PEPCH de Marchena en el ámbito del Convento de Capuchinos realizada en la asignatura de Planeamiento y Proyectos Urbanos del Máster Habilitante 01 de la ETSA Sevilla en el curso 2020/21.

En el primero de los documentos se establecen, además de los objetivos generales del plan y de las condiciones generales a tener en cuenta en el conjunto histórico (como pueden ser la ocupación máxima, la altura de la edificación o la protección de los elementos), varias actuaciones aisladas entre las que se encuentra la parcela del Convento de Capuchinos. Existe además una ficha que acompaña a dicha actuación donde encontramos la planimetría básica (algo desfasada), imágenes, y una serie de datos tales como la superficie o las intenciones de la actuación propuesta.

La actuación propuesta por este plan tiene como objetivos *<<liberar el área de las ocupaciones y usos privados, consolidar los restos del muro de la fachada del Palacio a la Plaza y posibilitar el recorrido desde la zona del parque a través del pasadizo de bóveda de medio cañón que atraviesa subterráneamente el convento de*

capuchinos>> y su desarrollo se basa en tres puntos: <<Proyecto de expropiación, estudio arqueológico y proyecto de Consolidación y Recuperación>>. En el mismo documento encontramos las unidades de Actuación, entre las que se define la B2 (correspondiente a parte de la zona de nuestro proyecto) y cuyos objetivos son <<Detener la ruina del edificio, eliminar los usos industriales actuales y destinarlo a equipamiento de carácter asistencial>> y cuyo desarrollo se plantea en tres puntos: <<Estudio arqueológico, estudio de Detalle de Ordenación de Volúmenes y proyecto de Urbanización y Edificación>>.

Por otro lado, en las Normas Subsidiarias, encontramos la clasificación y calificación del suelo, así como una serie de condiciones generales que, salvo que en otros documentos se indique lo contrario, deberán ser de aplicación en nuestro ámbito.

Por último, en la Modificación del PEPCH de Marchena en el ámbito del Convento de Capuchinos, se revisan muchas de las condiciones impuestas para el lugar de actuación y se modifican con la intención de lograr su integración en la Marchena Actual permitiendo generar nuevos usos, siempre respetando la historia y el patrimonio existente.

### 3.3. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE USO

Según la modificación del PEPCH de Marchena en el Ámbito del Convento, en la zona de uso pormenorizado Dotacional Asistencial se permite destinar hasta un 30% del espacio a actividades terciarias complementarias. Además, según planeamiento, se considera planta baja todo aquello que esté por encima de la cota de la Carretera de Carmona, por lo que todos estos usos se sitúan en planta baja.

La superficie construida total de la edificación es de 4892,16 m<sup>2</sup>, siendo 1089,21 m<sup>2</sup> los destinados a actividades terciarias complementarias, es decir, un 22,3 % de la superficie total. Es necesario mencionar que existen otros espacios, como pueden ser las zonas cubiertas exteriores de la planta baja, que dan servicio tanto a estas actividades terciarias como al uso pormenorizado principal (acceso a los comercios y acceso a los portales de las viviendas), y que no han sido incluidas en los 1089,21 m<sup>2</sup>, pues al dar servicio a ambos usos se ha contabilizado como parte del uso principal. No obstante, aunque lo incluyésemos en las actividades terciarias, seguiríamos por debajo del 30%.

Por otro lado, toda la planta baja se encuentra situada en la misma cota, sin presencia de desniveles, y la entrada principal a este recinto es accesible. La justificación de la accesibilidad se desarrolla en el punto 8 de este documento.

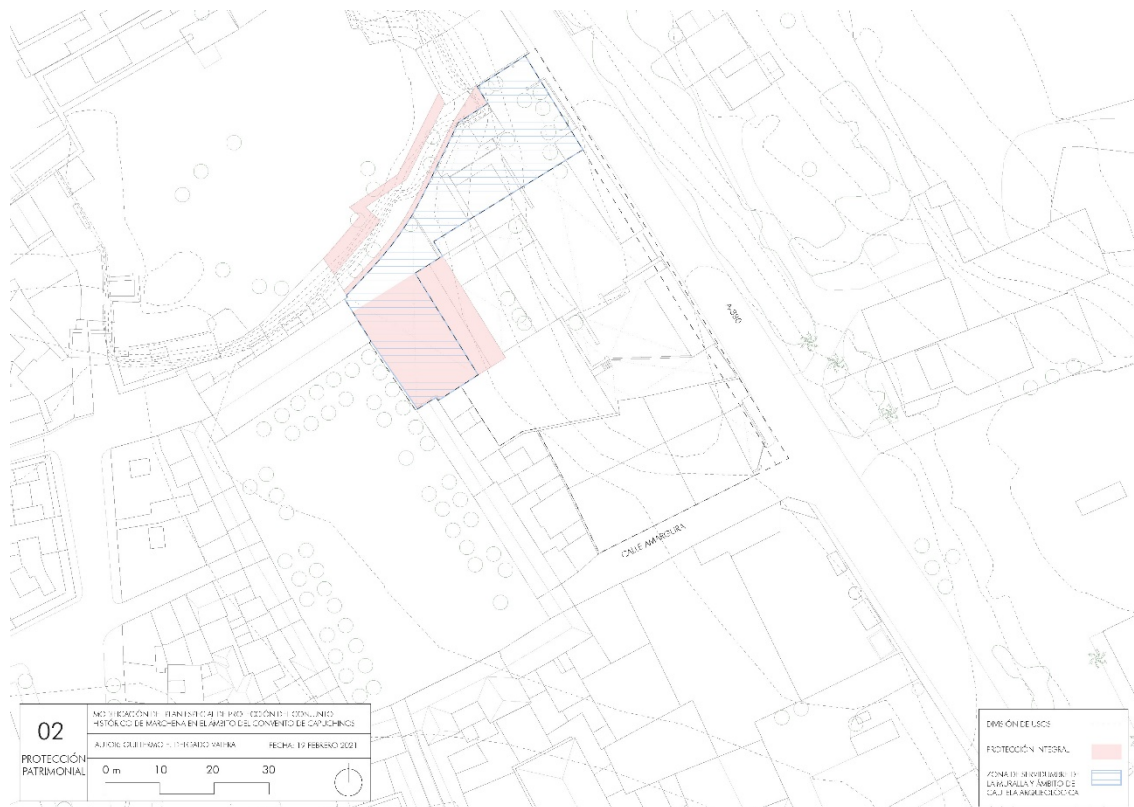
Por último, todos los espacios habitables de este edificio reciben luz y ventilación del exterior, o, en su defecto, de los patios interiores. Existen 3 patios, siendo la dimensión del menor de ellos de 81 m<sup>2</sup> (6,75 x 12 m). En todo caso se cumplen las exigencias de condiciones de iluminación.

M <sup>2</sup> totales	4892,16
M <sup>2</sup> Dotacional Asistencial	3802,95
M <sup>2</sup> Actividades terciarias complementarias	1089,21
% Actividades terciarias complementarias máxima permitida	30
% Actividades terciarias complementarias proyecto	22,3

CUMPLE

### 3.4. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE PROTECCIÓN

Tal y como se comenta en la modificación del PEPCH de Marchena en el ámbito del Convento de Capuchinos, muchas de las construcciones protegidas por el plan anterior se encuentran ya en ruina total o desaparecidas. Es por ello que, a falta de la realización de un estudio arqueológico en profundidad, se decidió desproteger aquellas edificaciones en ruinas o ya inexistentes para el correcto desarrollo del PFC y, en el caso de la cerca de las huertas del convento, si se encontraban restos, éstos se catalogarían y sepultarían.



PLANO 02 DE PROTECCIÓN DE LA MODIFICACIÓN DEL PEPCH DE MARCHENA EN EL ÁMBITO DEL CONVENTO DE CAPUCHINOS

Existe un edificio del convento que sí mantiene la protección integral. En el artículo 15 del capítulo IV del PEPCH de 1994, se declaran como obras permitidas en edificios de esta protección las obras de mantenimiento y consolidación y, en los casos en los que el Plan Especial prevea un nuevo uso, las de Recuperación. Éste último es nuestro caso.

- c) **Obras de Recuperación:** Son obras encaminadas a la adaptación a nuevos usos, y a la puesta en valor restituyendo sus condiciones originales de un elemento Catalogado.

Dentro de esta denominación, están comprendidas actuaciones de:

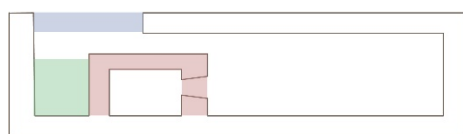
- **Mantenimiento,** remozando elementos existentes o eliminando los procedentes de reformas inconvenientes.
- **Consolidación,** asegurando, reforzando o sustituyendo elementos estructurales originarios dañados o cambiando los que alteren las condiciones originales por otros acordes con ellos.
- **Derribos parciales,** eliminando así las partes que supongan una evidente degradación del elemento catalogado, y un obstáculo para su comprensión histórica.
- **Otras actuaciones** encaminadas a recuperar las condiciones originales del elemento catalogado, a adecuar la estructura para soportar mayores cargas o a incorporar nuevas instalaciones o modernización de las existentes.

#### Actuaciones realizadas en la edificación:

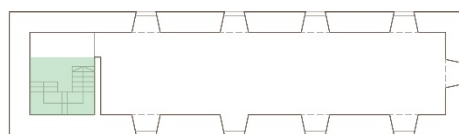
- Consolidación de la estructura: Permitida
- Intervenciones destinadas a la correcta habitabilidad del edificio: Permitidas
- Reconstrucción de la antigua escalera (actualmente en ruinas) e inclusión de un ascensor que permita la accesibilidad: permitida
- Inclusión de instalaciones: permitida
- Derribo de añadidos posteriores en planta baja y primera: permitida
- Modificación de hueco de acceso en Planta Baja: No Permitida \*

\*Originalmente, la planta baja estaba conectada mediante una abertura a unos pasadizos actualmente desaparecidos. No obstante, la morfología de dicha planta, así como la situación del hueco, varía según la fuente de los planos. En los esquemas a continuación, vemos la planimetría conjunta que se realizó al inicio de curso, basada en planos históricos, y los cambios que he realizado respecto a esos planos. No obstante, en otras fuentes, como en el plano de la ficha M7 del PEPCH de Marchena, existe un hueco en planta baja situado en el punto en el que se encuentra en mi proyecto, y además el muro que ocupa dicha planta no tiene esa morfología, sino que de nuevo se aproxima más a como se encuentra en mi proyecto. Es evidente que la única manera de aclarar la morfología de la planta inferior sería con una visita in situ que nos permitiese bajar a esa zona, cosa que no pudimos hacer. Yo he realizado una propuesta basándome en la planimetría conjunta, la planimetría de la ficha M7 y en las necesidades de mi proyecto, pero siendo consciente de que se podría adaptar a cualquiera que fuese la morfología real, es decir, una vez se supiera exactamente donde se encuentra la abertura, moverla en mi proyecto no supone ningún problema. Además, hay que tener en cuenta que ese espacio se encuentra enterrado, es decir, no se ve y por tanto no afecta a la imagen del conjunto.

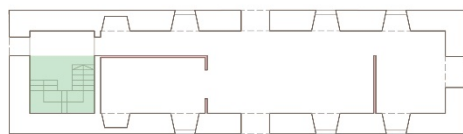
En cuanto a la Muralla de la Alcazaba, la otra construcción con protección, también integral, según la modificación del plan, solo permite actuaciones de mantenimiento y consolidación. Puesto que su uso no cambia, en este caso no se permiten las obras de recuperación. En este caso, las únicas obras realizadas han sido las destinadas a consolidar las ruinas existentes para su correcta conservación como parte del patrimonio cultural e histórico del municipio. Además, se ha respetado la zona de servidumbre.



PLANTA BAJA (+129,30 m)



PLANTA SEGUNDA (+136,55 m)



PLANTA PRIMERA (+132,95 m)



PLANTA CUBIERTA



*Esquema de elementos conservados, demolidos y reconstruidos del edificio con protección integral del ámbito del Convento de Capuchinos. No se adjunta planimetría del otro elemento protegido, la muralla de la Alcazaba, porque no se ha modificado nada.*



### 3.5. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE INTEGRACIÓN

En primer lugar, se aportan fotografías del estado actual de la parcela y la posición desde la que han sido tomadas con la intención de mostrar aquellas edificaciones y campos visuales que se verán afectadas por las nuevas obras.



Fotografía A



Fotografía B



Fotografía C



Fotografía D



Fotografía E



La inclusión en el tejido urbano, así como la integración compositiva de los alzados se muestra en la planimetría adjunta a esta memoria. Sin embargo, en el artículo 12 de las ordenanzas de la Modificación del PEPCH de Marchena en el ámbito del Convento de Capuchinos se establecen una serie de condiciones estéticas que se deben cumplir.

En primer lugar, se establece el blanco como color que debe predominar en la fachada, indicación que se cumple en el proyecto realizado. Además, en ninguno de los alzados los huecos deben suponer más de un 35% de la superficie de la fachada. En el alzado más desfavorable, el que da a la calle amargura, los huecos suponen poco más del 20% de la superficie, cumpliendo la norma. Por último, se establece que el alzado que da a la carretera de Carmona no podrá mantener una altura de 3 plantas de manera constante durante más de 35 metros, y que la separación entre elementos de 3 plantas debe ser de al menos de 5 metros, de manera que se evite generar un volumen excesivamente grande que genere un impacto indeseado en el límite del municipio. Los volúmenes de 3 plantas que dan a la Carretera de Carmona tienen una anchura de 31,30 m y 24,80 m, y la separación entre ellos es de más de 8 metros.

### 3.6. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE PARCELACIÓN Y ALINEACIÓN

En el plano 01 de Ordenación de la Modificación de PEPCH de Marchena en el ámbito del Convento de Capuchinos podemos observar la zona destinada a la construcción de este edificio.

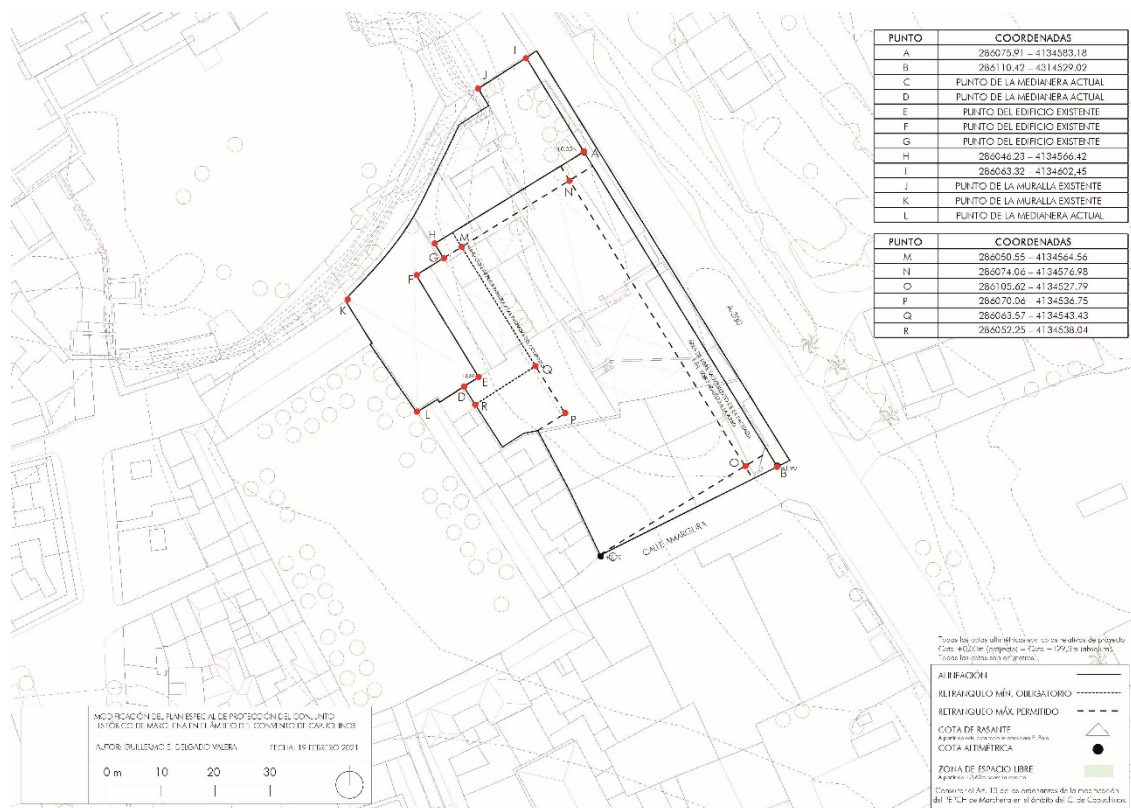


Plano 01 <<Usos del suelo>> de la Modificación del PEPCH de Marchena en el Ámbito del Convento de Capuchinos

CUADRO GENERAL DE SUPERFICIES	M <sup>2</sup>
Superficie de actuación	3580
Superficie SSGG Espacio Libre	854
Superficie SSGG Equipamiento	2510
Superficie Viario	216



A continuación, vemos una síntesis de los planos 01 y 03 de Ordenación de la modificación del plan ya comentada. En el podemos observar definidas las distintas parcelas mediante las coordenadas de los puntos que la definen, así como las coordenadas que definen los retranqueos mínimos obligatorios y máximos permitidos.



Síntesis Planos 01 y 03 de Ordenación de la Modificación del PECH de Marchena en el Ámbito del Convento de Capuchinos.

Por último, se introduce un plano de planta baja del proyecto propuesto con las coordenadas que lo definen, así como uno de planta primera. Esto es necesario debido a que, tal y como se dice en la modificación del plan, el retranqueo interior definido por los puntos M, Q y R es obligatorio únicamente a partir de los +3,60 metros sobre la rasante (situada en el punto A), es decir, a partir de planta primera.

En el de Planta Baja podemos comprobar que se cumplen todos los retranqueos máximos permitidos. El edificio se alinea a los puntos H-A en el lado Norte, A-B en el lado este, y únicamente usa el retranqueo permitido en lado sur, alineándose con los puntos C-O. En planta primera, se cumple, en primer lugar, el retranqueo máximo permitido marcado por el punto P, dejando aún bastante margen hasta dicho punto y, en segundo lugar, cumple los retranqueos mínimos obligatorios marcados por los puntos M-Q-R. En el caso de la alineación M-Q se separa del convento 40 cm más del mínimo obligatorio, y en el caso de la alineación Q-R se aleja más de 4 metros del mínimo obligatorio, situándose a medio camino entre éste y el máximo permitido.





Planta Baja de Proyecto Básico y de Ejecución



Planta Primera de Proyecto Básico y de Ejecución

### 3.7. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SUPERFICIE

A continuación, podemos observar las superficies construidas del proyecto propuesto divididas por plantas y por volúmenes. Las zonas interiores han sido computadas al 100%, las exteriores cubiertas con 3 o más lados cerrados han sido computadas también al 100%, las zonas exteriores cubiertas con 2 o menos lados cerrados han sido computadas al 50%, y las zonas exteriores no cubiertas como patios o terrazas no se han computado. Al no considerar la planta baja como planta sótano, computan todas las plantas.

SUPERFICIE CONSTRUIDA		
PLANTA BAJA	1688,50	
PLANTA PRIMERA	VOLUMEN 1	133,16
	VOLUMEN 2	845,94
	VOLUMEN 3	600,61
	TERRAZAS CUB.	51,36
PLANTA SEGUNDA	VOLUMEN 1	133,16
	VOLUMEN 2	842,91
	VOLUMEN 3	596,52
TOTAL	4892,16	

En el apartado 3.3.4.2. de la modificación del plan <<Condiciones de la edificación>>, se dice que la superficie edificable en el área destinada al uso dotacional asistencial será la necesaria para el correcto desarrollo del equipamiento implantado, por lo que no existe un límite de m<sup>2</sup> máximo, al menos no definido mediante esta herramienta. Las limitaciones de la construcción a implantar vienen definidas por las condiciones de posición y forma del edificio, tales como la ocupación máxima, la altura máxima, número de plantas, retranqueos y alineaciones, etc. La justificación del cumplimiento de estas limitaciones viene desarrollada en el siguiente apartado.

### 3.8. CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE POSICIÓN Y FORMA DEL EDIFICIO

En la modificación del plan se establece como límite de ocupación de la parcela destinada al uso dotacional asistencial el 70%, y un número máximo de 3 plantas. Ambas condiciones se cumplen. La planta con mayor ocupación es la planta baja, que ocupa un 67,3%. El número máximo de m<sup>2</sup> que obtenemos de estas limitaciones es 5271, quedándose la superficie total construida en 4892,16 m<sup>2</sup>.

En cuanto a retranqueos y alineaciones, ya se ha justificado su cumplimiento anteriormente. Además del número máximo de plantas, el plan establece que ningún elemento del edificio de nueva planta podrá superar en altura al edificio preexistente del Convento de Capuchinos. En la planimetría adjunta se puede observar que se cumple este requisito.

El plan también establece una dimensión mínima de patios para todas las plantas, debiéndose poder inscribir un círculo de 5 metros de diámetro en ellos. En el apartado 3.3. de este documento hemos comprobado que dicha exigencia se cumple.

Por último, existe un retranqueo de la fachada de las plantas superiores con respecto a la planta baja, debido a la existencia de un cambio de materialidad. Dicho retranqueo es de casi 10 cm. El artículo 14 de las ordenanzas de la modificación del plan permite un retranqueo de hasta 0,5 metros de las plantas superiores con respecto a la baja, por lo que se cumple la normativa.

## **4. MEMORIA DE ESTRUCTURA**

### **4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA**

Dado el tamaño y la volumetría del edificio, se ha optado por dividir la estructura en 2 cuerpos principales, correspondiendo cada uno de ellos a un volumen de vivienda y a los espacios de planta baja inmediatamente bajo ellos, y complementadas por 3 estructuras secundarias que los ponen en relación.

Además de lo mencionado anteriormente, existe un edificio protegido patrimonial en la parcela correspondiente al antiguo convento de Capuchinos. Dado que nos es imposible realizar un estudio sobre las condiciones de la edificación y su capacidad portante, suponemos que sus muros de 1 metro de espesor se encuentran en buen estado, así como su cimentación, y que únicamente habrá que reforzar los forjados intermedios.

#### **4.1.1. ESTRUCTURAS PRINCIPALES**

Aunque la estructura principal es conceptualmente idéntica en ambos volúmenes, cada una de ellas tiene unas peculiaridades derivadas del proyecto y de su relación con el entorno.

En el caso del volumen número 1, situado en el lado sur de la parcela, la estructura no es un cuadrilátero de lados paralelos, pues uno de sus laterales está en medianera con un edificio preexistente generando ciertas irregularidades. Sus dimensiones son de 31 x 36,5 metros y su planta baja necesita contención de tierras en 3 de sus 4 lados.

En el caso del volumen número 2, situado en el lado norte de la parcela, la estructura, esta vez de lados paralelos, no es igual en todas sus plantas, pues en la baja se extiende 4,5 metros más para buscar una conexión con el convento. Sus dimensiones son de 24,5 x 32,5 metros, y, al igual que en el caso anterior, la planta necesita contención de tierras en 3 de sus 4 lados.

##### **4.1.1.1. ELEMENTOS VERTICALES**

En ambos casos los elementos verticales son pilares cuadrados de hormigón armado, aunque existen algunas excepciones.

Por un lado, teniendo en cuenta la situación semienterrada de la planta baja, es necesario poner muros de contención de hormigón armado de 30 centímetros de espesor. En el caso de que los pilares tengan un grosor superior al del muro, este se ensanchará en los puntos de encuentro con los pilares igualando las medidas de estos.

Por otro lado, en las plantas superiores aparecen muros de carga/pantalla en algunos puntos concretos como pueden ser los núcleos de comunicación vertical o, debido a su irregularidad y a la ausencia de huecos, en la medianera del volumen 1 con el edificio de viviendas preexistente.

Por último, encontramos pilares metálicos en el encuentro del volumen norte con el convento, ya que sus dimensiones reducidas facilitarán el diseño.

##### **4.1.1.2. FORJADOS**

Para las estructuras principales se ha optado por usar forjados reticulares de hormigón armado con casetones perdidos de EPS. No obstante, en ambos volúmenes existen zonas exteriores con luces menores en las que se han usado losas macizas. La diferencia de canto entre los forjados reticulares y las losas facilitará la resolución constructiva.

#### 4.1.1.3. SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN LATERAL

Dado que la estructura se compone de forjados reticulares y pilares de hormigón armado y que sus nudos de unión son por definición rígidos, la estabilización lateral viene dada por la propia estructura.

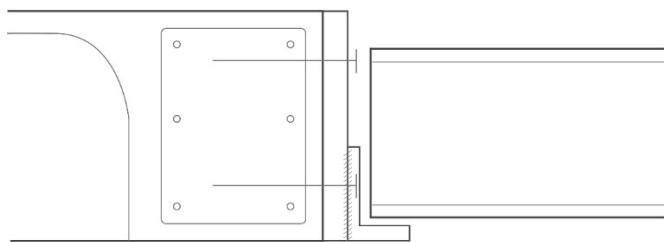
#### 4.1.2. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS

Las estructuras secundarias corresponden a los espacios existentes entre los dos volúmenes principales.

La primera de ellas se encuentra en la zona oeste de la parcela, haciendo medianera con el edificio de viviendas preexistente. La estructura cuenta con una única planta y casi 120 m<sup>2</sup>. En ella se ubican la lavandería, cuartos de instalaciones y trasteros. La estructura se realizará mediante muros de carga de HA y losa maciza de HA, y habrá que tener en cuenta la presencia de una zona ajardinada sobre una parte de dicha losa. Al igual que en las estructuras principales, la estabilización lateral viene dada por la propia estructura.

La segunda de estas estructuras se encuentra en el lado opuesto a la anterior, colindando con la carretera de Carmona. Al igual que antes, la estructura cuenta con una única planta y 82 m<sup>2</sup> de superficie, que en este caso se corresponden con la peluquería. La estructura se realizará mediante muros de carga y pilares de HA y losa maciza de HA, y, al igual que antes, la estabilización lateral viene dada por la propia estructura.

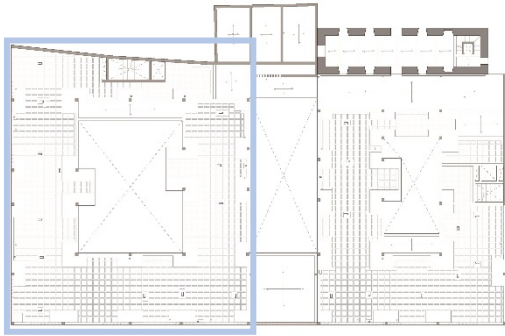
La tercera y última se encuentra situada en la misma posición que la anterior, pero en la planta superior (planta segunda). En este caso y a diferencia de las anteriores, la estructura es una pasarela abierta, es decir, es exterior tanto por su parte superior como por la inferior. Con la idea de evitar duplicar pilares, pero sin olvidar que debe permitir la dilatación, se ha buscado un sistema de placas ancladas al forjado y vigas metálicas, tal y como se puede observar en el esquema a continuación. Habrá que tener en cuenta el momento que esta unión le generará al zuncho perimetral, aunque al ser un forjado reticular no deberá suponer grandes problemas. En el caso de que la viga metálica saliese de un canto superior al forjado, el zuncho perimetral en esta zona descolgaría para igualarse con la viga. Perpendicularmente a estas vigas metálicas se apoyarán otras de menor tamaño, sobre las que se situará una chapa colaborante.



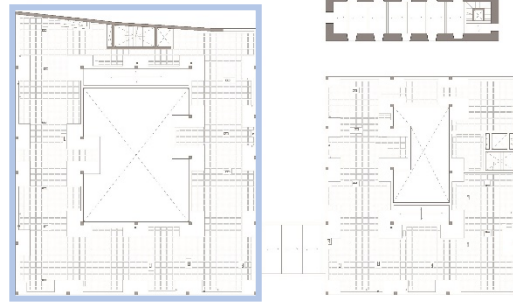
## 4.2. PREDIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA

Para el predimensionado de las estructuras se va a usar la hoja de cálculo de Excel suministrada por el profesorado del grupo de Máster 01 ETSA Sevilla.

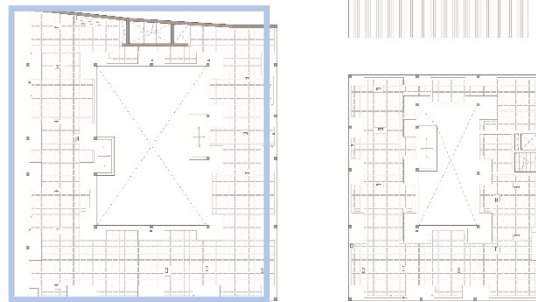
### 4.2.1. ESTRUCTURAS PRINCIPALES; BLOQUE 1 (SUR)



1. Planta primera (+132,86 m)



2. Planta segunda (+136,46 m)



3. Planta Cubierta (+140,06 m)

- Forjado reticular: Para el cálculo del canto se van a usar los puntos más desfavorables.

Para estructura continuas sobre pilares:  $L/20$  (Luz mayor)

$$9.1 \text{ m} / 20 = 0.455 \text{ m}$$

Dicho canto corresponde al canto útil del forjado, al cual habría que añadirle 3 cm de recubrimiento, resultando un canto total de 0,485 m. No obstante, se decide iniciar el cálculo con un forjado de 45 cm, y, si es necesario, ir aumentándolo para que cumpla con todas las exigencias.

Por otro lado, existen zonas en voladizo de 2,35 metros de vuelo. Para las zonas voladas del forjado reticular:  $L/7$

$$2.35 \text{ m} / 7 = 0.336 \text{ m}$$

Se decide igualar el canto del vuelo al canto del resto del forjado: 45 cm.

- Losa maciza: Para el cálculo del canto se van a usar los puntos más desfavorables.

En este caso contamos con un vano continuo con una luz de 4,8 metros, y un voladizo de 2,7 metros.

Para losa bidireccional continua en un solo extremo:  $L/18$  (luz mayor)

$$4,8 \text{ m} / 18 = 0,27 \text{ m}$$

Para la zona volada realizada con losa maciza:  $L/8$

$$2.7 \text{ m} / 8 = 0.338 \text{ m}$$

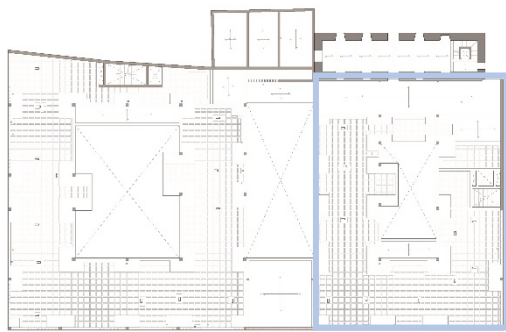
Se decide poner un único canto para todas las losas de 35 cm.

- Pilares de Hormigón Armado: Para los pilares se ha seleccionado el pilar más desfavorable, situado en planta baja y con una luz en su eje X de 8.75 m y en su eje Y de 8.90 m.

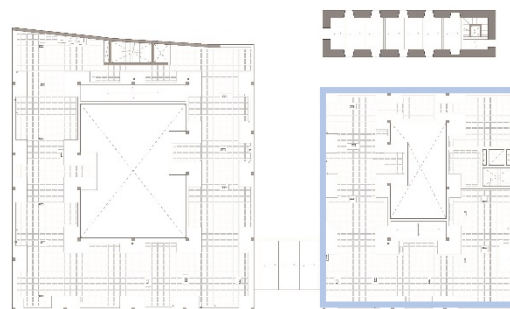
Teniendo en cuenta que son pilares cuadrados, y que la resistencia característica del hormigón es de  $30\text{N/mm}^2$ , la dimensión del lado del pilar sale de 35.3 cm, con un área de  $1246.0 \text{ cm}^2$ . Se decide iniciar el cálculo con pilares de  $35 \times 35$ , y, si es necesario, aumentarlo.

- Las vigas de borde serán de sección cuadrada siguiendo el canto del forjado, resultando vigas de  $45 \times 45$ . No obstante, existen algunas zonas donde la viga de borde queda atravesada por un hueco para bajantes pluviales, en cuyo caso se aumenta la viga a  $45 \times 60$ .
- Los muros pantalla de la medianera y del núcleo de comunicación se han puesto de 35 cm de espesor.

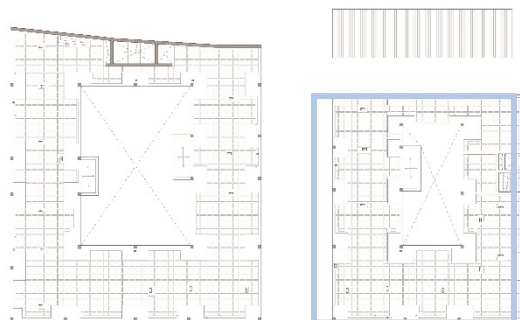
#### 4.2.2. ESTRUCTURAS PRINCIPALES; BLOQUE 2 (NORTE)



1. Planta primera (+132,86 m)



2. Planta segunda (+136,46 m)



3. Planta Cubierta (+140,06 m)

- Forjado reticular: Para el cálculo del canto se van a usar los puntos más desfavorables.

Para estructura continuas sobre pilares:  $L/20$  (Luz mayor)

$$9.15 \text{ m} / 20 = 0.458 \text{ m}$$

Dicho canto corresponde al canto útil del forjado, al cual habría que añadirle 3 cm de recubrimiento, resultando un canto total de 0,488 m. No obstante, se decide iniciar el cálculo con un forjado de 45 cm, y, si es necesario, ir aumentándolo para que cumpla con todas las exigencias.

Por otro lado, existen zonas en voladizo de 2,35 metros de vuelo. Para las zonas voladas del forjado reticular:  $L/7$

$$2.35 \text{ m} / 7 = 0.336 \text{ m}$$

Se decide igualar el canto del vuelo al canto del resto del forjado: 45 cm.

- Losa maciza: Para el cálculo del canto se van a usar los puntos más desfavorables.

En este caso, tenemos una zona continua de losa maciza con luces de 4,5 metros en una dirección y de 8,35 metros en la otra, y, al igual que antes, una zona volada de 2,7 metros.

Para la zona con luces de 4,45 y 8,35 metros soy consciente que la losa bidireccional no es la mejor opción. No obstante, no quiero tener demasiados tipos distintos de forjados, por lo que decido poner una losa maciza bidireccional incluyendo, en caso de ser necesario, vigas de descuelgue en la dirección de las luces mayores.

Para losa bidireccional continua en un solo extremo:  $L/18$

$$4,45 \text{ m} / 18 = 0.25 \text{ m}$$

Para la zona volada realizada con losa maciza:  $L/8$

$$2.7 \text{ m} / 8 = 0.338 \text{ m}$$

Se decide poner un único canto para todas las losas de 35 cm.

Las vigas de descuelgue en el caso más desfavorable, continua en un solo extremo, se predimensionan con  $L/18$

$$8,35 \text{ m} / 18 = 0.46$$

Se ponen, de inicio, vigas de descuelgue de 45 cm.

- Para los pilares de HA se ha seleccionado el pilar más desfavorable, situado en planta baja y con una luz en su eje X de 8.70 m y en su eje Y de 9.15 m.

Teniendo en cuenta que son pilares cuadrados, y que la resistencia característica del hormigón es de  $30 \text{ N/mm}^2$ , la dimensión del lado del pilar sale de 35.7 cm, con un área de  $1246.0 \text{ cm}^2$ . Se decide iniciar el cálculo con pilares de  $35 \times 35$ , y, si es necesario, aumentarlo.

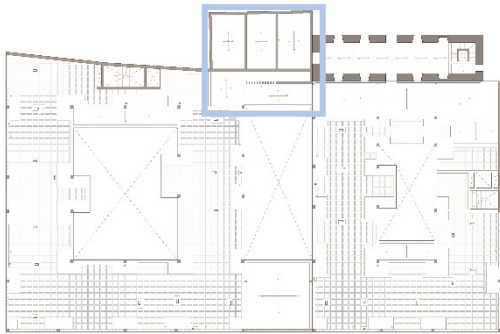
- Para los pilares metálicos se ha usado la misma tabla que para los pilares de HA, multiplicando por 0,1 la sección en  $\text{cm}^2$ . En este caso, los pilares soportan una única planta y tienen una luz de 8,35 m en su eje X y 4,5 m en su eje Y. La sección del pilar si fuese de HA es de  $200.4 \text{ cm}^2$ , que equivale a  $20,04 \text{ cm}^2$  en acero. Un pilar HEB 100 tiene una sección de  $26 \text{ cm}^2$ , por lo que sería el indicado para iniciar el cálculo. En este caso habrá que tener especial cuidado con el punzonamiento.

- Las vigas de borde serán de sección cuadrada siguiendo el canto del forjado, resultando vigas de  $45 \times 45$ . No obstante, existen algunas zonas donde la viga de borde queda atravesada por un hueco para bajantes pluviales, en cuyo caso se aumenta la viga a  $45 \times 60$ .

- Los muros pantalla de la medianera y del núcleo de comunicación se han puesto de 35 cm de espesor.



#### 4.2.3. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 1



1. Planta primera (+132,86 m)

En primer lugar, debemos tener en cuenta que el vano izquierdo de la estructura (3.93 x 6.95) tiene encima una zona ajardinada, por lo que dicho vano se encuentra 0.4 metros por debajo del resto. Eso hace que dicho vano se considere biapoyado, mientras que los otros dos se consideren continuos en un extremo. Realizaremos el cálculo en ambas partes.

- Losa maciza:

Para la zona biapoyada:  $L/14$  o  $L/20$ , según el armado. De momento nos decantamos por  $L/14$ .

$$4,60 \text{ m} / 14 = 0.329 \text{ m}$$

Para losa bidireccional continua en un extremo:  $L/18$  o  $L/26$ , según el armado de la losa. Como aún no sabemos las características de este, nos decantamos por  $L/18$ .

$$4.40 \text{ m} / 18 = 0.244 \text{ m}$$

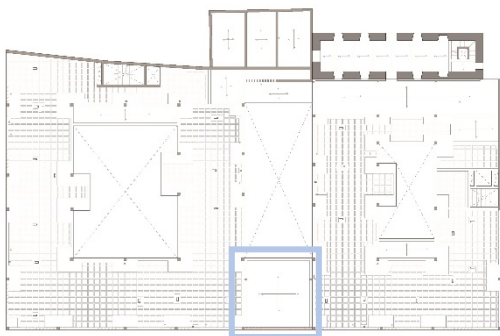
Para las zonas voladas de la losa:  $L/8$

$$2.7 \text{ m} / 8 = 0.338 \text{ m}$$

Se decide poner el canto de la losa en todos los puntos de 35 cm

- En cuanto al grosor de los muros, el muro perimetral pegado a la medianera se considera de inicio de 35 cm, mientras que los interiores se consideran de inicio de 25.

#### 4.2.4. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 2



1. Planta primera (+132,86 m)

- Losa maciza:



Este caso es similar a la losa maciza de la estructura del bloque 2, pues hay una luz de 8,45 metros en una dirección y de 6,35 en la otra. Los apoyos consisten en un muro de 35 cm de ancho y dos pilares, entre los cuales existirá una viga de descuelgue en la dirección de mayor luz.

Para la losa bidireccional continua en un extremo:  $L/18$  o  $L/26$ , según el armado de la losa. Como aún no sabemos las características de este, nos decantamos por  $L/18$ .

$$6.35 \text{ m} / 18 = 0.358 \text{ m}$$

Se decide poner el canto de la losa en 35 cm.

Para las zonas voladas de la losa:  $L/8$

$$2.7 \text{ m} / 8 = 0.338 \text{ m}$$

El canto de la losa en el vuelo será igual que en el resto de la misma.

La viga de descuelgue se calcula con  $L/14$ , pues tiene un único vano.

$$8.45 \text{ m} / 14 = 0.60 \text{ m}$$

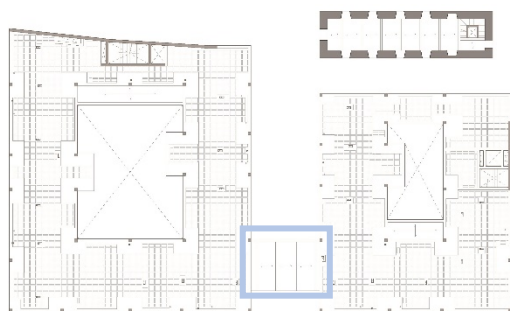
No obstante, la viga no es biapoyada, pues tiene núcleos rígidos. Además, se trata de una zona exterior sin cerramientos y poca sobrecarga. Se decide poner una viga de 45 cm, y en caso de ser necesario, aumentarlo. Por otro lado, si la viga de descuelgue saliese con demasiado canto, sería posible quitar los dos pilares y crear un muro de carga que hiciese de hoja principal del cerramiento.

- En este caso, los pilares de HA tienen, como se ha indicado anteriormente, una luz de 8,45 metros en una dirección y de 6,35 en la otra, y soportan una única planta.

El área de la sección del pilar es de  $309,8 \text{ m}^2$ , por lo que con un pilar de  $20 \times 20$  sería suficiente. No obstante, se pondrá un pilar de  $25 \times 25$ .

- En cuanto al grosor del muro, se considera de inicio de 30 cm. Este muro es parte del sistema de contención de tierras, solo que en este caso también se usa como apoyo vertical.

#### 4.2.5. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 3



2. Planta segunda (+136,46 m)

- Vigas metálicas principales:

Viga de acero biapoyada:  $L/15 - L/20$ . Al ser una estructura ligera con poca sobrecarga, usamos  $L/20$ .

$$8.8 \text{ m} / 20 = 0.44 \text{ m}$$

Nos decantamos por una viga IPE 450, con un canto idéntico al forjado reticular.

- Vigas metálicas secundarias:

Viga de acero biapoyada:  $L/15 - L/20$ . Al ser una estructura ligera con poca sobrecarga, usamos  $L/20$ .

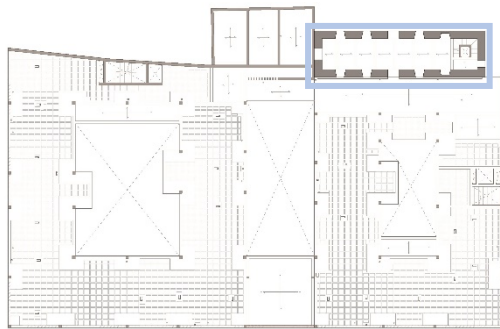
$$6.0 \text{ m} / 20 = 0.30 \text{ m}$$

Nos decantamos por vigas IPE 300.

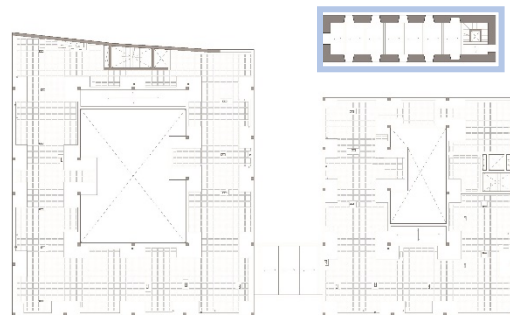
- Forjado de chapa colaborante:

Con un entrevigado de 2,2 metros y poca sobrecarga (es una pasarela exterior), se decide poner una chapa colaborante 1,2mm con un espesor de forjado de 8 cm, con armadura para refuerzo positivo de diámetro 10 mm, sin refuerzo a cortante y sin necesidad de apuntalar durante el vertido. Cuando se calculen las cargas concretas que soportará este espacio, se ajustará la dimensión.

#### 4.2.6. REHABILITACIÓN DEL EDIFICIO PATRIMONIAL



1. Planta primera (+132,86 m)



2. Planta segunda (+136,46 m)

Tal y como se ha comentado al principio, se ha tomado la hipótesis de que los muros de la nave del convento preexistente en la parcela, así como su cimentación, se encuentran en buen estado, y que únicamente hará falta sustituir los forjados, para lo cual se ha optado por un forjado de chapa colaborante.

- Vigas metálicas:

Viga de acero biapoyada:  $L/15 - L/20$ . En este caso vamos a usar  $L/15$ :

$$4.0 \text{ m} / 15 = 0.267 \text{ m}$$

Nos decantamos, en principio, por vigas IPE 250.

- Forjado de chapa colaborante:

Con un entrevigado de 2,5 metros, se decide poner una chapa colaborante 1,2mm con un espesor de forjado de 10 cm, con armadura para refuerzo positivo de diámetro 10 mm, sin refuerzo a cortante y sin necesidad de apuntalar durante el vertido. Cuando se calculen las cargas concretas que soportará este espacio, se ajustará la dimensión.

## 4.3. JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES ESTRUCTURALES ADOPTADAS

### 4.3.1. ESTRUCTURAS PRINCIPALES; BLOQUE 1 (SUR)

Dado que las luces estructurales superan ligeramente los 9 metros, y que los pilares, aunque siguen un orden, no conforman una cuadrícula perfecta, se ha decidido usar como sistema estructural principal un forjado reticular de hormigón armado con pilares del mismo material.

En cuanto a la elección de usar la losa maciza en algunos puntos de la estructura, se justifica por la búsqueda de una diferencia de nivel entre el interior y el exterior. Las zonas de losa corresponden a los espacios exteriores comunitarios, y los 10 cm de diferencia que puede haber entre el forjado reticular y las losas facilitarán la resolución constructiva de dicho punto.

Finalmente, podemos ver que, en la zona superior del esquema, aparece un muro pantalla que recorre todo el lateral, así como otro muro pantalla que rodea la escalera. Esto se justifica por varios motivos: En primer lugar, un muro continuo es un apoyo más favorable para un forjado reticular, y teniendo en cuenta que dicho lateral es una medianera sin huecos, la generación de un muro no supone ningún problema. En segundo lugar, en planta primera (a la altura de la plaza Ducal) se encuentran las entradas a las zonas de viviendas, las cuales se marcan mediante una esquina volada de más de 4 metros. La inercia del muro actúa como un tirante y ayuda a solventar este punto, como se puede ver en el esquema a continuación. Por último, el hueco de la escalera situado muy próximo al vuelo de la terraza supone un problema estructural, ya que la superficie biapoyada es similar a la volada. Para solventar esto, se usará el núcleo rígido de la escalera.



### 4.3.2. ESTRUCTURAS PRINCIPALES; BLOQUE 2 (NORTE)

Al igual que en el caso anterior, dado que las luces estructurales superan ligeramente los 9 metros, y que los pilares, aunque siguen un orden, no conforman una cuadrícula perfecta, se ha decidido usar como sistema estructural principal un forjado reticular de hormigón armado con pilares del mismo material.

En cuanto a la elección de usar la losa en algunos puntos de la estructura, se justifica con los mismos argumentos que en la estructura principal del bloque 1.

Finalmente, podemos ver que, en la zona superior-derecha del esquema, aparece un muro pantalla que recorre parte del lateral. Se justifica por aparecer en una zona sin huecos y por culminar, al igual que antes, en una esquina volada.

### 4.3.3. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 1

En este caso, la decisión de usar una losa se debe a las luces contenidas y a la irregularidad de la estructura. Puesto que se encuentra pegada a una medianera, las formas de los espacios no son rectangulares, y por tanto el elemento horizontal tampoco lo puede ser, siendo la losa capaz de adaptarse a esto de manera adecuada. Además, es una zona exterior, por lo que, como se ha comentado antes, conviene tener la losa.

Por otro lado, se elige el uso de muros en lugar de pilares debido a su mejor comportamiento y a la posibilidad de ponerlos. Por un lado, el muro perimetral, por su condición de medianera, debe ser un muro de HA. Por otro, los muros interiores son particiones que permiten hacer apoyos continuos.

#### 4.3.4. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 2

En este caso la elección de la losa se basa en la semejanza con el resto de las zonas exteriores de la estructura. Es cierto que, como se ha explicado anteriormente, en una de las direcciones, la luz es grande para lo que se recomienda para una losa, pero dado que no hay inconveniente en poner vigas de descuelgue, se decide usar la losa para tener los 10 cm de diferencia entre cantos que facilitará la resolución constructiva.

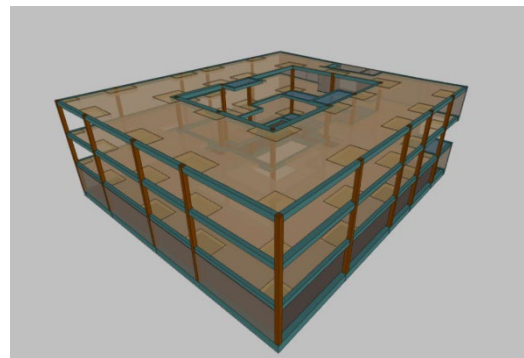
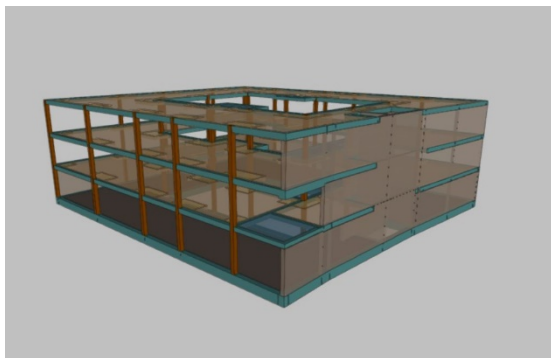
En uno de los lados de la losa, se usa el muro de contención como soporte vertical. Ya que los muros son de 30 cm y que la estructura es de una única planta, no debe haber problemas. En el otro lado, se usan pilares embebidos en el cerramiento.

#### 4.3.5. ESTRUCTURAS SECUNDARIAS; ZONA INTERMEDIA 3

Como ya se ha comentado anteriormente, esta estructura se encuentra entre los dos volúmenes principales. Además, con la intención de evitar duplicar los pilares, se apoya en las estructuras de los bloques principales, permitiendo la dilatación, tal y como se ve en el esquema del punto 2.2. A esto ha de añadirse que es una estructura vista, y por ello se ha querido usar una estructura metálica, más ligera y estética.

### 4.4. PROCESO DE VALIDACIÓN DEL MODELO ESTRUCTURAL

Una vez realizado el predimensionamiento manual, se lleva a cabo la comprobación en el programa de cálculo de estructuras CYPECAD-v2021. Es necesario aclarar que para el cálculo de la estructura se ha escogido únicamente una de las partes del edificio, en concreto la estructura principal del bloque 1 (al sur de la parcela), por ser la de mayor tamaño y la más compleja. Para ello, se ha introducido un modelo simplificado en el programa de cálculo que posee las características del esquema estructural y el predimensionado realizados previamente. A partir de él, se han corregido los errores para lograr que la estructura cumpla con todas las exigencias impuestas por la normativa.



#### 4.4.1. MATERIALES ESTRUCTURALES Y NIVELES DE CONTROL

A continuación, se muestra un cuadro resumen sobre las características de los materiales empleados según la normativa EHE-08 y la CTE DB-SE-A.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES SEGÚN EHE-08				
ELEMENTO			LOCALIZACIÓN	
			VIGAS Y FORJADOS	MUROS
HORMIGÓN (Art. 30)	TIPIFICACIÓN (Art. 39.2)		HA-25/P/20/IIb	HA-25/P/20/IIb
	Resistencia característica de proyecto $f_{ck}(N/mm^2)$	a 7 días	16,25	16,25
		a 28 días	25	25
	CONSISTENCIA (Art. 30.6)		Plástica	Plástica
	ASIENTO CONO ABRAMS (cm) (Art. 30.6)		De 3 a 5	De 3 a 5
	CEMENTO (ANEJO 3) TIPO Y CLASE		CEM II/A	CEM II/A
	ÁRIDO (Art. 28)	Tamaño máximo (mm)	20	20
		Coefficiente de forma	$a < 0,20$	$a < 0,20$
COEFICIENTE DE MINORACIÓN C (Art. 15.3)		1,5	1,5	
ARMADURAS PASIVAS (Art.31)	DESIGNACIÓN		B-500 S	B-500 S
	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm2)		500	500
	COEFICIENTE DE MINORACIÓN (Art. 15.3)		1,15	1,15
CONTROL DE EJECUCIÓN			NORMAL	
COEFICIENTE DE MAYORACIÓN DE CARGAS (Art. 95.5)			Permanentes	1,35
			Variables	1,5

#### 4.4.2. ACCIONES

A continuación, se muestra un cuadro resumen con todas las cargas que afectan a nuestro edificio, sin tener en cuenta sismo y viento. A la hora de trasladar estas cargas al modelo de cálculo de Cype, se han llevado a cabo algunas simplificaciones explicadas en el punto 5.3. de este documento.

TIPOS DE ACCIONES			
CARGAS SUPERFICIALES (kN/m <sup>2</sup> )	PERMANENTES	TABICERÍA (T)	1
		SOLERÍA (S)	1
		FALSO TECHO (FT)	0,2
		PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA (PP)	CYPE
		CUBIERTA PLANA CON ACABADO DE GRAVA (CP)	2,5
		PELDAÑEADO CON SOLERÍA (PS)	1,5
		PELDAÑEADO CON SOLERÍA Y ELEMENTOS DE CUBIERTA (PSC)	2,5
		FORJADO SANITARIO CAVITI (FSC)	2
		CUBIERTA PLANA TRANSITABLE (CT)	1,5
	VARIABLES	SOBRECARGA USO VIVIENDAS (SV)	2
		SOBRECARGA USO ZONAS COMUNES VIVIENDAS (SZ)	3
		SOBRECARGA USO ZONAS PÚBLICAS (SP)	5
		CUBIERTA ACCESIBLE SÓLO PARA MANTENIMIENTO (SM)	1
		NIEVE (N)	0,2
		CUBIERTA TRANSITABLE ACCESIBLE SÓLO PRIVADAMENTE (SP)	1
CARGAS LINEALES (kN/m)	PERMANENTES	CERRAMIENTO (C)	5,1
		BARANDILLA DE ACERO Y VIDRIO (B)	1
		PRETIL 1/2 PIE + REVESTIMIENTO (PR)	0,9
CARGA PUNTUAL (Kn)	PERMANENTE	PASARELA	98,77 (x2)
		DEPÓSITO DE AGUA	2,5 (x4)

En primer lugar, los valores característicos de las sobrecargas de uso se han sacado de la tabla 3.1. del CTE DB-SE-AE, encontrando 5 tipos de sobrecargas diferentes: las viviendas, las terrazas privadas de las viviendas, las zonas comunitarias sólo para los residentes (para este caso, la sobrecarga de vivienda se consideraba insuficiente, por lo que se ha elegido la sobrecarga C1 correspondiente a zonas públicas con mesas y sillas), las zonas de acceso para el público en general con usos terciarios y la cubierta accesible solo para mantenimiento.

Para el valor de las cargas muertas, se ha seguido el mismo documento del CTE o, en caso de no encontrar el dato, se ha acudido a los fabricantes. Éste ha sido el caso del cavity, cuyo peso propio no se estima en el CTE.

El valor de la sobrecarga por nieve se ha sacado de la tabla 3.8. del CTE DB-SE-AE, teniendo en cuenta que no debe añadirse a la sobrecarga de uso en casos de cubiertas accesibles solo para mantenimiento.

El peso propio del cerramiento se ha calculado sumando las cargas superficiales de cada una de las capas que componen el cerramiento y multiplicándolo por la altura entre forjados. Para el pretil se siguió el mismo procedimiento.

ELEMENTO	(kN/m <sup>2</sup> )
PLACA DE FIBROCEMENTO 1,2 CM	0,22
SUBESTRUCTURA ALUMINIO	0,06
XPS 5 CM	0,02
1/2 PIE LADRILLO PERFORADO	1,00
LANA MINERAL 4 CM	0,03
PANEL DOBLE DE CARTÓN YESO	0,08
TOTAL (kN/m <sup>2</sup> )	1,41
ALTURA ENTRE FORJADOS (m)	3,60
TOTAL (kN/m)	5,07

En cuanto a las cargas puntuales, tenemos por un lado un depósito de agua de 1000 L apoyado sobre 4 puntos en cubierta, y la pasarela, apoyado en nuestra estructura sobre dos puntos. A continuación, se muestra el cálculo de esta carga.

Peso propio de las vigas IPE 450: 0,76 kN/m

Peso propio viguetas IPE 300:  $0,41 \text{ kN/m} * 6 \text{ m} = 2,46 \text{ kN} * 4 \text{ viguetas} = 4,92 \text{ kN} / 8,45 \text{ m} = 0,58 \text{ kN/m}$

Peso propio Chapa colaborante:  $0,14 \text{ kN/m}^2 * 3,3 \text{ m} = 0,46 \text{ kN/m}$

Peso propio Capa de compresión HA:  $24 \text{ kN/m}^3 * 0,08 \text{ m} * 3,3 \text{ m} = 6,33 \text{ kN/m}$

Peso propio capas Cubierta transitable:  $1,5 \text{ kN/m}^2 * 3,3 \text{ m} = 4,95 \text{ kN/m}$

Sobrecarga de Uso Zonas Comunitarias:  $3,0 \text{ kN/m}^2 * 3,3 \text{ m} = 9,9 \text{ kN/m}$

Sobrecarga por nieve:  $0,2 \text{ kN/m}^2 * 3,3 \text{ m} = 0,66 \text{ kN/m}$

Peso propio barandilla de acero y vidrio: 1 kN/m

Carga lineal Total de la viga:  $23,24 \text{ kN/m} * 4,225 = \mathbf{98,77 \text{ kN}}$

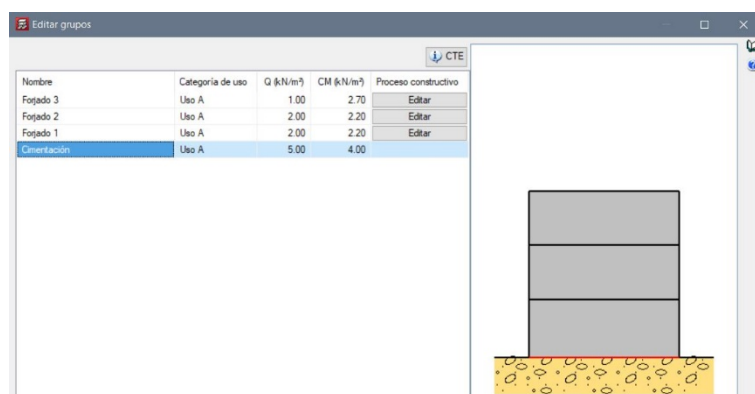
En cuanto a las cargas horizontales generadas por el viento, han sido introducidas directamente en el programa de cálculo, tal y como se explica en el apartado 6.1.

Por último, es necesario comentar que el municipio de Marchena posee una aceleración básica ( $a_b/g$ ) de 0,06 (Anejo 1 de la norma NCSE-02), por lo que, según el artículo 1.2.3. de dicha norma, no es necesario tener en cuenta el sismo en el cálculo.

#### 4.4.2.1. INTRODUCCIÓN DE LAS CARGAS EN EL PROGRAMA DE CÁLCULO CYPE

En primer lugar, el peso propio de los distintos elementos de la estructura lo calcula el propio programa.

Para la sobrecarga de uso y las cargas muertas, se introducen unos datos generales a los que posteriormente se le pueden añadir situaciones adicionales.

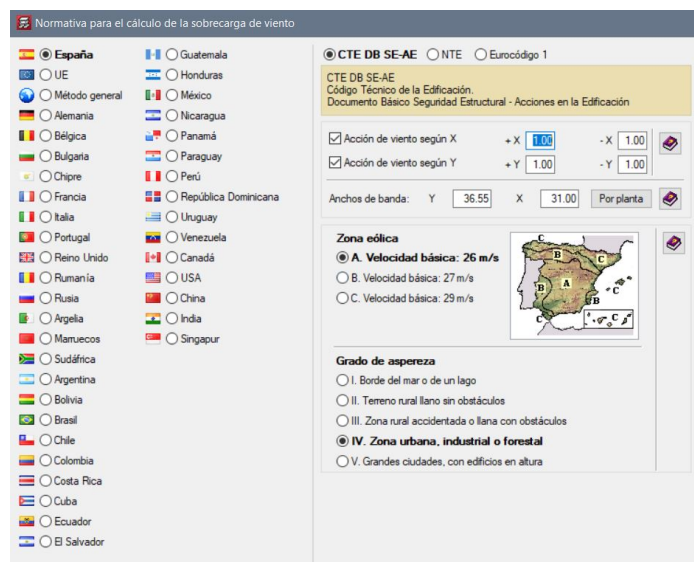


En cimentación tenemos una sobrecarga de uso general de  $5 \text{ kN/m}^2$ , correspondientes a zonas comerciales, y unas cargas muertas generales de  $4 \text{ kN/m}^2$ , correspondientes a la tabiquería, la solería y el cavity. Además, se han introducido las sobrecargas adicionales del cerramiento.

En las plantas primera y segunda, tenemos una sobrecarga de uso general de  $2 \text{ kN/m}^2$ , y unas cargas muertas de  $2,20 \text{ kN/m}^2$ , que corresponden a la solería, la tabiquería y el falso techo. A esto, se le ha añadido una sobrecarga de uso adicional de  $1 \text{ kN/m}^2$  en las zonas comunitarias (alcanzando una sobrecarga de 3), así como las sobrecargas adicionales de cerramientos, y de barandillas y nieve en terrazas exteriores descubiertas. En la planta segunda se añade además la sobrecarga de la pasarela en los puntos en los que contacta con la estructura principal.

Por último, en cubierta, tenemos una sobrecarga de uso de  $1 \text{ kN/m}^2$ , correspondiente a cubiertas accesibles sólo para mantenimiento, y unas cargas muertas de  $2,7 \text{ kN/m}^2$ , correspondientes a la cubierta plana no transitable de grava y al falso techo de la planta inferior. Además, se ha añadido la sobrecarga del pretil y del depósito de agua. No es necesario añadir la sobrecarga de nieve porque, como ya se ha comentado, al ser accesible sólo para mantenimiento, la sobrecarga de uso y la de nieve no tienen que solaparse.

Finalmente, se han introducido las cargas horizontales provocadas por el viento en el propio programa.



#### 4.4.3. INTRODUCCIÓN DEL MODELO EN CYPE Y SIMPLIFICACIONES

El proyecto arquitectónico tiene una complejidad y una serie de elementos que se pueden simplificar a la hora de crear un módelo de cálculo adecuado para introducir en el programa CypeCad.

Las simplificaciones llevadas a cabo son las siguientes:

- Huecos de instalaciones de tamaño reducido:

Se han introducido en el modelo de cálculo los huecos de instalaciones de gran tamaño, así como el hueco para el ascensor, pero se han obviado los huecos individuales de las viviendas de menor tamaño.

- Escaleras:

Las escaleras no han sido calculadas en el programa Cype.

- Terrazas de las viviendas:

Las viviendas poseen unas terrazas exteriores cubiertas. En estos puntos, desaparece el cerramiento, que dobla introduciéndose 1,65 metros hacia el interior, y queda sustituido por una barandilla de vidrio. Se ha obviado por la dificultad que conlleva pasar esto al modelo de cálculo y por la escasa diferencia que supondría en el modelo final, aunque en una situación real sí habría que calcularlo. Si se hubiesen tenido en cuenta las terrazas, la sobrecarga de uso en las plantas 1 y 2 tendría que haber sido de  $1 \text{ kN/m}^2$ , pues es la sobrecarga de uso de las terrazas de acceso privado, y habría que haber añadido una sobrecarga adicional de  $1 \text{ kN/m}^2$  en las viviendas y de  $2 \text{ kN/m}^2$  en las zonas comunitarias. Además, el peso añadido que supone la parte del cerramiento que se introduce queda compensada por haber mantenido una sobrecarga de  $2 \text{ kN/m}^2$  en toda la vivienda, incluyendo la terraza, que en realidad sería de  $1 \text{ kN/m}^2$ .

- Pasarela de la planta segunda

La pasarela de la planta segunda ha sido introducida mediante cargas puntuales en los puntos de apoyo. No obstante, estas cargas puntuales no tienen en cuenta el momento que se generará en la viga de borde del forjado reticular. Aún así, dada la rigidez de este tipo de forjados, no debe dar problema, y se ha considerado la forma más adecuada de introducir esta situación sin complejizar en exceso el modelo de cálculo.

- Resistencia a fuego de la estructura

No se ha realizado la comprobación de resistencia a fuego de la estructura.

#### 4.4.4. ERRORES PRINCIPALES Y SOLUCIONES ADOPTADAS

- Estado Límite de agotamiento por torsión en vigas de borde:

Se inició el cálculo en todos los forjados con vigas de ancho similar al ancho de los pilares (35 cm) y de canto igual al forjado al que pertenecen (45 cm en el caso de los forjados reticulares y 35 cm en el caso de las losas macizas). No obstante, varias de estas vigas daban errores de agotamiento por torsión. Modificar la armadura en estos casos tenía un impacto mínimo en el comportamiento de las vigas, por lo que la única opción que tenía era aumentar la cantidad de hormigón, es decir, aumentar en ancho de las vigas. En el punto más desfavorable, se ha alcanzado una dimensión de viga de borde de 45 x 75 cm, aunque se trata de un caso puntual.

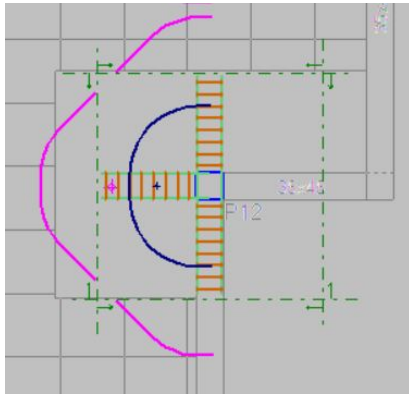
- Estado Límite de agotamiento frente a cortante en vigas de borde:

Este error me ha aparecido en algunas de las vigas de borde de las zonas en voladizo. La solución para esto ha consistido en aumentar la armadura transversal.

- Punzonamiento:

Han surgido varios errores de punzonamiento en todos los elementos horizontales, incluyendo en la cimentación. La solución adoptada para estos casos ha sido, en primer lugar, eliminar la armadura dispuesta por el programa para tensiones tangenciales y, en segundo, añadir refuerzos de armado tipo viga (es decir, no inclinados a  $45^\circ$ ) en forma de cruz.



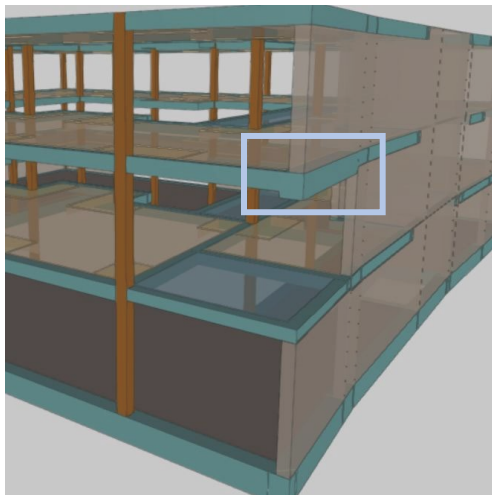


- Error de dimensionamiento en pilares:

En algunos casos puntuales (P7, P9, P10 y P20), la dimensión asignada a los pilares en un inicio (35 x35 cm) no ha sido suficiente para cumplir con las exigencias. Dado que no se cumplía por poco y que eran pocos los casos en los que esto sucedía, se ha decidido aumentar la dimensión únicamente de estos pilares a 40 x 40 cm, dejando el resto con sus dimensiones originales. Además, puesto que en las plantas superiores sí se cumplían las exigencias, se ha aumentado la dimensión de estos pilares sólo en la planta baja, a excepción del P7, cuya dimensión es también 40 x 40 en la planta primera.

- Muro volado: Estado límite de agotamiento por torsión en la viga de apoyo:

El último error que he tenido en Cype ha sido el agotamiento por torsión de la viga en la que apoya el muro volado de la planta segunda. Al igual que antes, para solventar este problema, es necesario aumentar la cantidad de hormigón. En este caso, debido a que existe un falso techo de exterior, no había problema en que la viga descolgase para evitar un ancho excesivo. Este descuelgue quedaría escondido por dicho falso techo. Las dimensiones finales de esta viga son de 55 x 60 cm.

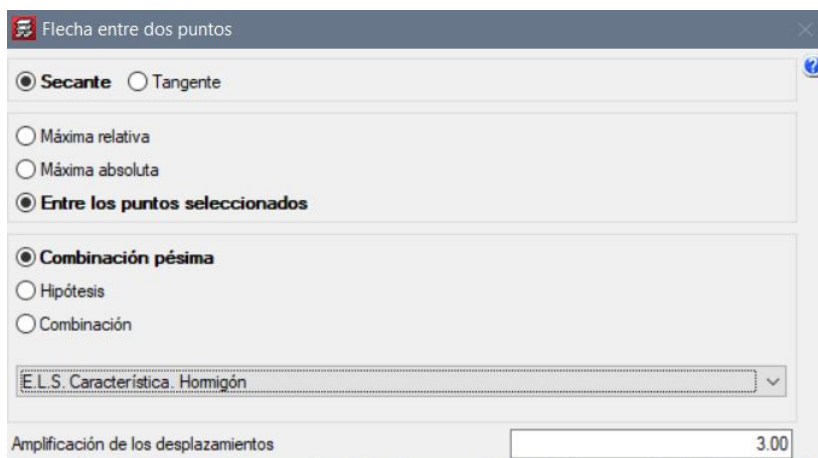


## 4.5. VERIFICACIONES ELU Y ELS

Las comprobaciones de Estados Límites Últimos y Estados Límites de Servicio las realiza en su mayoría el propio programa y vienen, de manera resumida, en el anejo A <<Comprobaciones de CypeCad>> de la entrega de la intensificación de <<Estructuras y Cimentaciones>>.

Sin embargo, el programa no realiza las comprobaciones de la limitación de flecha en forjados de losa maciza y forjados reticulares, aunque sí te dice la flecha entre dos puntos. Debemos comprobar que estos datos no superan las limitaciones de la norma.

Para ello elegimos la opción de flecha secante entre dos puntos seleccionados con la combinación pésima, y comprobamos aquellos puntos con mayores luces y cargas. La flecha máxima debe ser menor a  $L/250$ .



- FORJADO PLANTA PRIMERA

- P7 – Viga P2/P3 → Luz: 8,90 m → Flecha máx. permitida: 3,56 cm → F. resultante: 1,058 cm → CUMPLE
- P15 – P16 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 0,908 cm → CUMPLE
- P7 – Viga P6/P11 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 0,862 cm → CUMPLE
- P9 – P10 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 1,293 cm → CUMPLE
- P9 – Viga P4/P5 → Luz: 8,90 m → Flecha máx. permitida: 3,56 cm → F. resultante: 1,097 cm → CUMPLE
- P13 – P14 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 1,230 cm → CUMPLE
- Vuelo P13 – P17 → Long.: 2,30 m → Flecha máx. permitida: 0,92 cm → F. resultante: 0,02 cm → CUMPLE
- Vuelo P20 – P22 → Long.: 2,70 m → Flecha máx. permitida: 1,08 cm → F. resultante: 0,023 cm → CUMPLE

- FORJADO PLANTA SEGUNDA

- P7 – Viga P2/P3 → Luz: 8,90 m → Flecha máx. permitida: 3,56 cm → F. resultante: 1,196 cm → CUMPLE
- P15 – P16 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 1,169 cm → CUMPLE
- P7 – Viga P6/P11 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 0,892 cm → CUMPLE
- P9 – P10 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 1,406 cm → CUMPLE
- P9 – Viga P4/P5 → Luz: 8,90 m → Flecha máx. permitida: 3,56 cm → F. resultante: 1,372 cm → CUMPLE
- P13 – P14 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 1,130 cm → CUMPLE
- Vuelo P13 – P17 → Long.: 2,30 m → Flecha máx. permitida: 0,92 cm → F. resultante: 0,022 cm → CUMPLE
- Vuelo P20 – P22 → Long.: 2,70 m → Flecha máx. permitida: 1,08 cm → F. resultante: 0,023 cm → CUMPLE

- FORJADO PLANTA PRIMERA

- P7 – Viga P2/P3 → Luz: 8,90 m → Flecha máx. permitida: 3,56 cm → F. resultante: 1,321 cm → CUMPLE

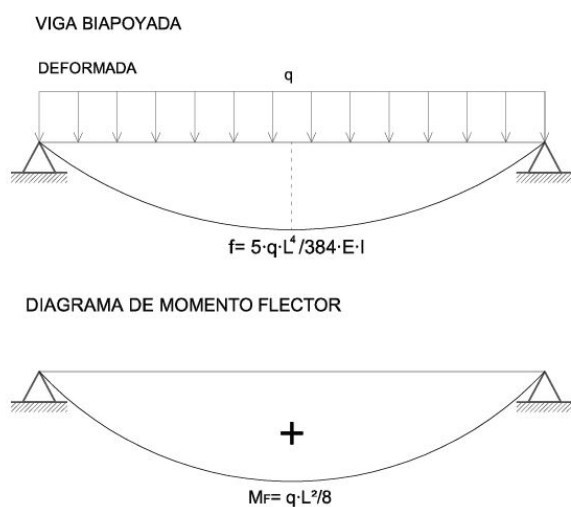
- P15 – P16 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 1,448 cm → CUMPLE
- P7 – Viga P6/P11 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 0,985 cm → CUMPLE
- P9 – P10 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 1,371 cm → CUMPLE
- P9 – Viga P4/P5 → Luz: 8,90 m → Flecha máx. permitida: 3,56 cm → F. resultante: 1,460 cm → CUMPLE
- P13 – P14 → Luz: 8,40 m → Flecha máx. permitida: 3,36 cm → F. resultante: 1,243 cm → CUMPLE
- Vuelo P13 – P17 → Long.: 2,30 m → Flecha máx. permitida: 0,92 cm → F. resultante: 0,009 cm → CUMPLE

#### 4.6. PREDIMENSIONADO MECÁNICO DE LA VIGA DE LA PSARELA

Por último, se ha querido hacer el predimensionado mecánico de las vigas principales de la pasarela de la planta segunda (zona intermedia 3), pues en las estructuras principales no existen vigas más allá de las vigas de borde o de las vigas que separan las zonas de forjado reticular de las zonas de losa maciza.

Tal y como hemos calculado anteriormente en el punto 5.2. “Acciones”, las cargas lineales que soportan las vigas son de 23,24 kN/m, siendo 13,32 kN/m cargas permanentes y 9,92 cargas variables.

En primer lugar, vamos a realizar el predimensionado por flecha. En este caso, puesto que es un único vano y que los apoyos deben permitir la dilatación, usamos la fórmula para vigas biapoyadas.



$$F = \frac{(5 \cdot 23,24 \cdot 8450^4)}{(384 \cdot 210.000 \cdot 33740 + 10^4)} = 21,77 \text{ mm}$$

$$F_{\text{máx}} = L / 300 = 8450 / 300 = 28,17 \text{ mm}$$

21,77 mm < 28,17 mm; CUMPLE

En segundo lugar, vamos a realizar el predimensionado por flector. En este caso, se debe cumplir que la tensión de cálculo ( $\sigma_d$ ) sea menor o igual que la resistencia de cálculo ( $f_d$ ). Se va a hacer el cálculo para una Viga IPE 450, viga obtenida previamente en el predimensionado geométrico.

$$\sigma_d = M_d / W_y = 293.285.768,75 / (1500 \cdot 10^3) = 195,52 \text{ N/mm}^2$$

$$M_d = [((13,32 \cdot 1,35) + (9,92 \cdot 1,5)) \cdot 8450^2] / 8 = 293.285.768,75 \text{ N*mm}$$

$$W_y = 1500 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$F_d = f_k / \gamma_m = 235 \text{ N/mm}^2 / 1,15 = 204,35 \text{ N/mm}^2$$

195,52 < 204,35; CUMPLE

Podríamos declarar que, según el predimensionado mecánico, las vigas principales de la pasarela podrían ser vigas IPE 450 de acero S235 JR. Al ser exteriores deberán estar debidamente protegidas a la corrosión y los agentes climáticos.

## 5. MEMORIA DE CIMENTACIÓN

### 5.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DATOS PREVIOS

#### 5.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA

Previamente a la elección del sistema de cimentaciones que se va a proyectar, es necesario realizar un estudio geotécnico del terreno en el que se va a situar el edificio. En nuestro caso, la parcela se sitúa en el límite del casco histórico de la localidad sevillana de Marchena, en el antiguo emplazamiento del Convento de Capuchinos de dicha localidad.

Aspectos importantes a tener en cuenta en la parcela:

1. Se trata de una parcela con mucha historia, lo cual tiene dos consecuencias; La primera es una capa de relleno antrópico y una heterogeneidad del terreno. Al tratarse de un lugar en el que se ha edificado de manera sucesiva durante siglos, es posible que haya puntos concretos donde la resistencia del terreno sea más baja debido a lo que existió ahí antes. La segunda es la existencia de construcciones con valor histórico que deben ser conservadas, como la muralla situada al norte de la parcela o la nave principal del antiguo convento.
2. La parcela hace medianera con la parte trasera de un edificio de viviendas de 4 plantas de altura. Los vecinos del edificio construyeron en esta parte una serie de edificaciones de 1 y 2 plantas de carácter doméstico que han generado una medianera irregular que condiciona la parcela.
3. La topografía. La parcela tiene un desnivel de casi 4 metros entre el punto más alto y el más bajo, con una pendiente máxima del 9%.

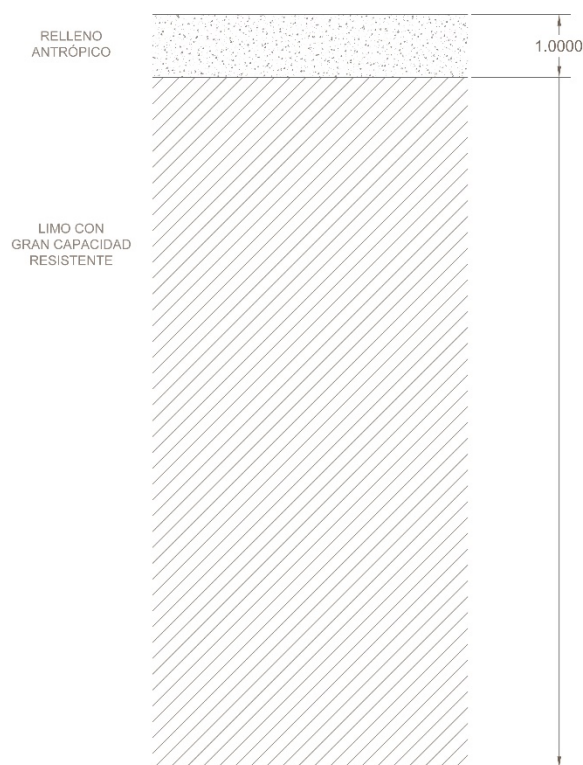
#### 5.1.2. DATOS DEL TERRENO

Gracias a un estudio geotécnico realizado en una parcela cercana a la nuestra, hemos podido generar una hipótesis de las características del terreno en el que vamos a edificar.

En el subsuelo de la parcela, encontramos una primera capa de 1 metro de profundidad aproximadamente de relleno antrópico, seguida por un único estrato compuesto por limos con multitud de capas cementadas, lo que supone una mejora en el terreno y una gran capacidad resistente.

Además, no se ha encontrado el nivel freático en el estudio realizado, lo que nos dice que se encuentra a gran profundidad y que no debemos tenerlo en cuenta.

CARACTERÍSTICAS TERRENO	
RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE, $q_u$ (kPa)	250
ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO, $\phi'$ ( $^\circ$ )	29
COHESIÓN SIN DRENAJE, $C_u$ (kPa)	125
COHESIÓN CON DRENAJE, $C'$ (kPa)	10
COEFICIENTE DE POISSON, $\nu$	0,3
MÓDULO DE ELASTICIDAD, $E'$ (kPa)	16250
PESO ESPECÍFICO, $\gamma$ (Kn/m <sup>3</sup> )	17,5
PESO ESPECÍFICO SATURADO, $\gamma_{Sat}$ (Kn/m <sup>3</sup> )	19



Por último, es necesario comentar que el municipio de Marchena posee una aceleración básica ( $a_b/g$ ) de 0,06 (Anejo 1 de la norma NCSE-02), por lo que, según el artículo 1.2.3. de dicha norma, no es necesario tener en cuenta el sismo en el cálculo.

## 5.2. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

### 5.2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN

Siguiendo la lógica arquitectónica y estructural del edificio, la cimentación se resuelve mediante 4 losas. Las 2 primeras, de mayor tamaño y canto 80 cm, se corresponden con los 2 bloques principales en los que se divide el conjunto, replicando los grandes patios centrales que caracterizan al proyecto. Las dos segundas, de menor tamaño y canto 60 cm, se corresponden a los espacios de conexión entre los 2 bloques principales. Por otro lado, existen una serie de soleras contra el terreno que ayudan a resolver los distintos recorridos generados por el proyecto.

En cuanto a la contención de tierras, encontramos tres tipos de muro. En primer lugar, los que forman parte de la propia estructura del edificio y que permiten que tengamos un único nivel en Planta Baja pese al desnivel de la parcela. En segundo lugar, el muro que permite crear la escalera de acceso a la planta baja en el lado sur de la parcela y, por último, los muros que permiten crear el paseo junto a la muralla al norte de la parcela.

### 5.2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA LOSA COMO SISTEMA ELEGIDO

Como se ha comentado en el punto 8.1., nos encontramos en el casco histórico, en una parcela donde la actividad del ser humano está muy presente y donde no se puede esperar tener un subsuelo homogéneo. Que las características generales del terreno sean buenas y con una gran capacidad resistente, no quita que en algunos puntos concretos dicha capacidad pueda verse muy disminuida debido a la presencia de algún relleno de peor calidad.

Si optamos por una cimentación a base de elementos puntuales (zapatas) en un terreno heterogéneo, corremos el riesgo de que no todas las zapatas se apoyen sobre terrenos con capacidad portante similar. Es posible que alguna zapata caiga encima de un punto con menor capacidad resistente y que por ello “baje” más que las demás, teniendo nefastos resultados en la estructura y las instalaciones del edificio.

Sin embargo, la losa de cimentación, al ser un único elemento, solventa este problema. Si algún punto de la losa se encuentra sobre una zona con menor capacidad resistente, la rigidez de ésta permitirá que el edificio no se vea afectado, pues el resto de los puntos de la losa se apoyan sobre el limo resistente.

### 5.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Las normativas que se han seguido para la realización del proyecto de cimentación han sido las siguientes:

- Código técnico de la edificación, Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación (CTE DB-SE-AE).
- Código técnico de la edificación, Documento Básico de Seguridad Estructural de Cimientos (CTE DB-SE-C).
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)
- Norma de construcción sismorresistente (NCSE-02).

### 5.4. MATERIALES DE CIMENTACIÓN Y NIVELES DE CONTROL

A continuación, se muestra un cuadro resumen sobre las características de los materiales empleados según la normativa EHE-08:

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES SEGÚN EHE-08				
ELEMENTO			LOCALIZACIÓN	
			CIMENTACIÓN	MUROS
HORMIGÓN (Art. 30)	TIPIFICACIÓN (Art. 39.2)		HA-25/P/20/IIa	HA-25/P/20/IIa
	Resistencia característica de proyecto $f_{ck}$ (N/mm2)	a 7 días	16,25	16,25
		a 28 días	25	25
	CONSISTENCIA (Art. 30.6)		Plástica	Plástica
	ASIENTO CONO ABRAMS (cm) (Art. 30.6)		De 3 a 5	De 3 a 5
	CEMENTO (ANEJO 3) TIPO Y CLASE		CEM II/A	CEM II/A
	ÁRIDO (Art. 28)	Tamaño máximo (mm)	20	20
		Coefficiente de forma	a < 0,20	a < 0,20
COEFICIENTE DE MINORACIÓN C (Art. 15.3)		1,5	1,5	
ARMADURAS PASIVAS (Art.31)	DESIGNACIÓN		B-500 S	B-500 S
	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm2)		500	500
	COEFICIENTE DE MINORACIÓN (Art. 15.3)		1,15	1,15
CONTROL DE EJECUCIÓN			NORMAL	
COEFICIENTE DE MAYORACIÓN DE CARGAS (Art. 95.5)			Permanentes	1,35
			Variables	1,5



## 5.5. CÁLCULOS DE CIMENTACIÓN

### 5.5.1. DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

• Losa de cimentación: Las losas de cimentación de los dos bloques principales con tres alturas (baja + 2) tienen un canto de 80 cm. Las losas de cimentación de los espacios de conexión entre esos bloques, de una sola planta, tienen un canto de 60 cm. Además, se va a realizar una mejora del terreno mediante 10 cm de tongada de albero compactado al 95% de Proctor modificado, capa de 20 cm de zahorras compactadas y 10 cm de hormigón de limpieza.

Predimensionado de las losas:

	<b>Canto en m para una longitud de losa de B(m):</b>		
<b>Nº de plantas</b>	<b>B = 15 m</b>	<b>B = 30 m</b>	<b>B = 40 m</b>
< 5	0,60	0,80	1,00
5 – 10	0,90	1,20	1,50
10 - 20	1,50	2,00	2,50

- Losa bloque 1:
    - o Dimensiones: 36,5 x 31 m
    - o Nº de plantas: Baja + 2
    - o Canto: 80 cm
  - Losa bloque 2:
    - o Dimensiones: 32,5 x 24,5 m
    - o Nº de plantas: Baja + 2
    - o Canto: 80 cm
  - Losa Zona Intermedia 1:
    - o Dimensiones: 13,5 x 9,7 m
    - o Nº de plantas: Baja
    - o Canto: 60 cm
  - Losa Zona Intermedia 2:
    - o Dimensiones: 8,8 x 6,7 m
    - o Nº de plantas: Baja
    - o Canto: 60 cm
- Muros de Contención:
- Incluidos en la estructura del edificio:
    - o Espesor: 30 cm
  - Para la conformación del paseo:
    - o Espesor: 30 cm

### 5.5.2. NÚCLEO CENTRAL

Todas las losas poseen formas rectangulares (o cercanas al rectángulo) y sin cambios de altura importantes.

En la losa del bloque 1, en el eje X, la losa es completamente simétrica, mientras que en el eje Y tenemos una anchura de 9,3 metros en un lado y de 6,5 metros (de media) en el otro. No obstante, en el lado de 6,5 metros, en las plantas 1 y 2 aparece un vuelo de 2,7 metros desde el eje del pilar que ayuda a reequilibrar las cargas. La altura es constante.

En la losa del bloque 2, la losa es simétrica tanto en el eje X como en el Y, aunque en este caso la estructura no es igual en todas las plantas. En el lado oeste, parte de la estructura es de 3 plantas (como el resto del edificio), mientras que la otra parte es de 1 planta.

En las losas de las zonas intermedias, el único problema existente podrían ser los vuelos de 2,7 metros que tienen las estructuras. Por lo demás, son de una única planta y con formas rectangulares o similar.

Es cierto que en ninguno de los casos la resultante va a estar exactamente en el centro, pues en todos hay pequeños cambios, pero se consideran cambios insuficientes con respecto al peso del resto del edificio y de la losa como para pensar que la resultante pudiese caer fuera del núcleo central.

### 5.5.3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE BALASTO

A continuación, vamos a calcular el coeficiente de balasto necesario para incluir en Cype. Debemos ser conscientes que este programa de cálculo no es el idóneo para el cálculo de la cimentación, por lo que lo usaremos para calcular el armado de la losa, pero no para las comprobaciones de asientos, que serán realizadas a través de las hojas de cálculo.

$K_s = P/S$ , donde P es la presión y S el asiento de la losa.

En este caso, la P se halla a partir de las cargas netas, es decir, lo que pesa mi edificio (incluyendo la losa), menos lo que pesa la tierra que he desplazado.

- Cálculo de la Presión (P):

En primer lugar, vamos a sacar las cargas a cimentación que nos proporciona el programa Cype:

PILARES	P1	P2	P3	P4	P5	P6
PESO PROPIO	-31,24	49,32	48,03	51,04	47,71	302,51
CARGAS MUERTAS	-7,86	12,24	11,04	11,67	11,33	68,67
CERRAMIENTOS	-3,26	8,14	7,3	7,67	-1,13	23,92
BARANDILLAS	0,01	0,02	-0,03	-0,06	-0,09	-0,5
CARGAS PUNTUALES	0,17	0	1,24	2,49	5,69	-3,72
SOBRECARGA DE USO	-5,26	7,28	6,35	6,87	8	45,9
AÑADIDO SOBRECARGA DE USO	-0,65	0,05	-0,1	0,44	-0,12	1,3
NIEVE	-0,21	0,5	0,46	0,45	0,25	1,77
TOTAL AXILES	-48,3	77,55	74,29	80,57	71,64	439,85

P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
1075,23	532,86	1142,94	717,92	320,46	570,52	744,67	558,54	48,39
417,63	188,05	451,13	269,88	120,67	179,49	251,14	202,88	13,17
86,21	74,15	98,72	98,59	48,68	83,63	104,48	70,22	8,36
-0,04	-0,03	-0,04	-0,03	1,04	-0,23	-0,18	-0,05	0,06
-0,12	-2,07	10,17	135,83	-0,84	0,07	-0,27	0,26	0,05
287,74	133,18	311,04	189,28	84,52	127,51	177,51	143,48	7,9
70,63	45,44	78,13	44,86	17,6	40,24	49,94	15,71	0,67
12,65	5,23	13,63	7,39	3,81	4,9	6,98	5,4	0,57
1949,93	976,81	2105,72	1463,72	595,94	1006,13	1334,27	996,44	79,17

P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23
742,18	688,69	473,03	57,73	958,41	483,48	767,56	440,6
250,87	227,74	169,06	10,44	324,81	110,12	234,96	137,4
102,38	90,27	59,59	4,89	84,97	46,02	71,51	61,52
1,7	2,59	-0,12	-0,06	7,34	14,84	6,51	-0,12
0,1	3,47	0,64	0,1	-0,4	-0,76	3,93	0,86
174,68	161,49	118,62	6,12	235,53	89,27	174,13	97,01
52,05	38,65	0,67	0,3	58,49	43,03	53,63	15,69
7,83	7,04	4,66	0,39	11,15	7	8,59	4,75
1331,79	1219,94	826,15	79,91	1680,3	793	1320,82	757,71

No obstante, esta tabla no nos da un resultado fiable. Es evidente que todos los pilares que se encuentran entre muros de contención (P1-P6, P11, P15 y P19) están viendo su axil total muy disminuido, llegando a ser incluso negativo en la esquina, debido a la acción de éstos. Los pilares 6 y 11, al tener muro de contención solo a un lado, ven su carga menos disminuida. Por otro lado, el muro de carga situado al oeste de la estructura tampoco es tenido en cuenta por el programa al dar estos datos.

Es por ello, que debemos revisar los datos para obtener una carga más aproximada a la realidad. Por ello, vamos a estimar las cargas de los pilares y muros ya comentados a partir de otros pilares con cargas y luces similares. Con esta aproximación obtenemos el siguiente resultado:

$$P1 = P23 = 757,71 \text{ kN}$$

$$P2 = P8 = 976,81 \text{ kN}$$

$$P3 = P8 = 976,81 \text{ kN}$$

$$P4 = P8 = 976,81 \text{ kN}$$

$$P5 = P23 = 757,71 \text{ kN}$$

$$P6 = P10 = 1463,72 \text{ kN}$$

$$P11 = P14 = 996,44 \text{ kN}$$

$$P15 = P18 = 826,15 \text{ kN}$$

$$P19 = P23 = 757,71$$

$$\text{Muro Oeste} = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 = 4.445,85 \text{ kN}$$

$$\text{AXIL TOTAL A CIMENTACIONES: } 30.698,45 \text{ kN}$$

A continuación, vamos a sumar el peso de la losa:

$$\text{Peso específico del HA} = 25 \text{ kN/m}^3; \text{ Canto losa: } 80 \text{ cm}$$

$$\text{Dimensiones losa: } (36,5 \times 31) - (19,6 \times 13,5) = 866,9 \text{ m}^2 \times 0,80 \text{ m} = 693,52 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso losa} = 693,52 \times 25 = 17.338 \text{ kN}$$

Por último, vamos a calcular el peso del terreno retirado.

$$\text{Peso específico terreno retirado: } 17,5 \text{ }^{*1}$$

$$\text{Profundidad del terreno excavado: } 2,5 \text{ metros }^{*2}$$

$$\text{Peso del terreno retirado} = 42.478,1 \text{ kN}$$

<sup>\*1</sup>Habría que tener en cuenta que existen dos terrenos, el relleno en el primer metro y el limo en el resto. No obstante, teniendo en cuenta que tienen pesos específicos muy similares (entorno a 18), se ha simplificado y se ha usado un único peso específico.

<sup>\*2</sup>El edificio se ha cimentado a -1,60 metros con respecto a la cota de la planta baja (cota más baja de la parcela). Al ser ésta +129,1, la cota de cimentación es de +128,00 metros. No obstante, el terreno va subiendo, encontrándose la losa calculada en una zona cuya altura media es de +130,50 metros. Aún así, se tomó la decisión de colocar toda la cimentación a la misma profundidad.

$$\text{Carga Neta Total} = 30.698,45 + 17.338 - 42.478,1 = 5558,35 \text{ kN}$$

Las cargas horizontales generadas por el viento, al representar menos de un 10% de las cargas verticales, no se tienen en cuenta.

$$\text{Presión} = 5558,35 / 866,9 = 6,41 \text{ kN/m}^2$$

- Cálculo del asiento (S):

Para el cálculo del asiento de la losa, vamos a utilizar las hojas de cálculo proporcionadas por el profesorado del departamento de Estructuras de Edificación e Ingeniería del Terreno de la E.T.S.A. Sevilla. En ellas, vamos a introducir los datos hallados anteriormente:

Nº EST.	1	LIMPIAR RESULTADOS		LIMPIAR DATOS	
Nº ZAP.	1	CALCULAR ASIENTOS ZAPATAS		CALCULAR ASIENTOS PUNTOS	
Nº PUNT.	1				

ESTRATO	Hi	E'	v	C.SUP.	C. INF.	A	B
1	20	16250	0,300	0	20	0,910	0,520
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

DEFINIR ESTRATOS		DEFINIR ZAPATAS		DEFINIR PUNTOS	
------------------	--	-----------------	--	----------------	--

ZAP. Nº	AXIL	COORD X	COORD Y	DIM X	DIM Y	PRESIÓN	asiento total	asiento 1	asiento 2	asiento 3
1	5558,35	0,00	0,00	31,00	36,50	4,912	0,0041	0,0041		

Tenemos un asiento total de 0,0041 m.

- Cálculo del coeficiente de balasto:

$$K_s = P/S = 6,41 / 0,0041 = 1.563,41 \text{ kN/m}^3$$

\*Nota: Para el cálculo del peso de la losa y el terreno retirado, así como para el cálculo de la presión, se ha tenido en cuenta la morfología real de la losa, retirando el patio central de las dimensiones totales. No obstante, en las hojas de cálculo, esto es más complicado, porque se hace una aproximación donde los patios no se tienen en cuenta.

En un principio, he pensado que esto podía inducir a una situación indeseada al quedarme del lado de la inseguridad, pues en las hojas de cálculo estoy dividiendo por una superficie mayor de la que estoy teniendo en cuenta en los cálculos a mano, repartiendo más la carga. No obstante, viendo que el terreno retirado siempre pesa más que la losa, dada la profundidad que tengo, retirar el patio en los cálculos a mano hace que salgan axiles netos mayores a los que habría sino lo tuviera en cuenta. Es por ese motivo que lo he mantenido como está.

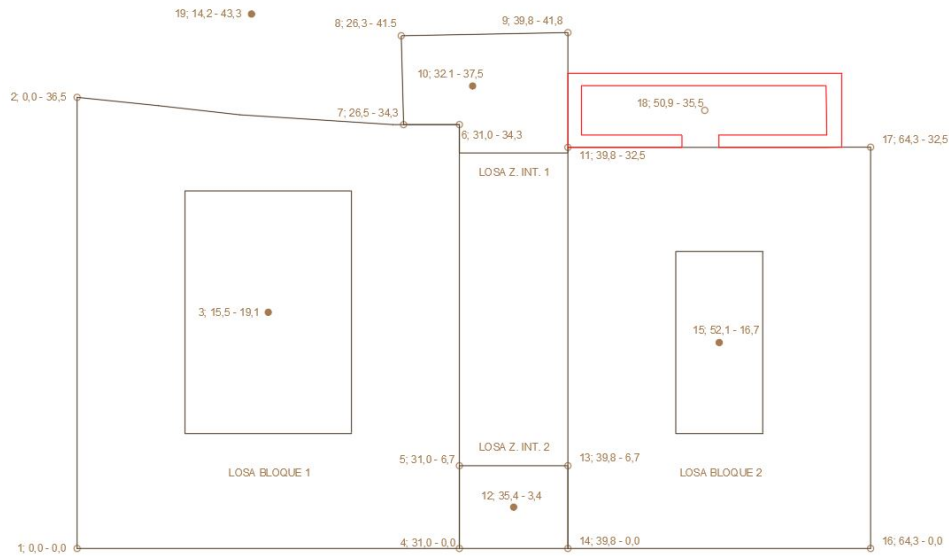
## 5.5.4. VERIFICACIÓN DE E.L.U. Y E.L.S.

### 5.5.4.1. ASIENTO Y DISTORSIÓN ANGULAR (E.L.S.)

Para la comprobación de asientos de las losas, se ha usado el método de Steinbrenner (método elástico), dado que es el idóneo para nuestro terreno (cohesivo y firme). Lo primero que necesitamos saber para este cálculo son los axiles netos de cada una de las losas.

Para la losa del bloque 1, el cálculo ha sido desglosado anteriormente. Para el resto de las losas, al no estar incluidas en cype, se va a hacer una aproximación suponiendo 10 kPa por forjado.

- Losa bloque 1: Se ha calculado previamente, siendo el axil neto 5558,35 kN
- Losa bloque 2:
  - o Nº de plantas: 3 (existe un tramo de una única planta, pero se simplifica todo a 3 plantas)
  - o Superficie:  $(32,5 \text{ m} \times 24,5 \text{ m}) - (14,75 \times 7,00) = 693 \text{ m}^2$
  - o Canto losa: 80 cm
  - o Peso específico Hormigón Armado:  $25 \text{ kN/m}^3$
  - o Profundidad terreno excavado: 2 m
  - o Peso específico terreno retirado:  $17,5 \text{ kN/m}^3$
  - o Axil neto: 10.395 kN
- Losa Zona intermedia 1:
  - o Nº de plantas: 1
  - o Superficie:  $13,5 \times 9,7 = 130,95$
  - o Canto losa: 60 cm
  - o Peso específico Hormigón Armado:  $25 \text{ kN/m}^3$
  - o Profundidad terreno excavado: 2,5 m
  - o Peso específico terreno retirado:  $17,5 \text{ kN/m}^3$
  - o Axil neto: - 2.619 kN
- Losa Zona intermedia 1:
  - o Nº de plantas: 1
  - o Superficie:  $8,8 \times 6,7 = 58,96$
  - o Canto losa: 60 cm
  - o Peso específico Hormigón Armado:  $25 \text{ kN/m}^3$
  - o Profundidad terreno excavado: 2,0 m
  - o Peso específico terreno retirado:  $17,5 \text{ kN/m}^3$
  - o Axil neto: - 648,56 Kn



Nº EST.

1

Nº ZAP.

4

Nº PUNT

19

LIMPIAR RESULTADOS

LIMPIAR DATOS

CALCULAR ASIENTOS ZAPATAS

CALCULAR ASIENTOS PUNTOS

ESTRATO	Hi	E'	u	C.SUP.	C. INF.	A	B
1	20	16250	0,300	0	20	0,910	0,520
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

DEFINIR ESTRATOS

DEFINIR ZAPATAS

DEFINIR PUNTOS

ZAP. Nº	AXIL	COORD X	COORD Y	DIM X	DIM Y	PRESIÓN	asiento total	asiento 1	asiento 2	asiento
1	5558,35	15,50	19,10	31,00	36,50	4,912	0,0041	0,0041		
2	10395,00	52,10	16,70	24,50	32,80	12,936	0,0104	0,0104		
3	-2619,00	32,10	37,50	13,50	9,70	-20,000	-0,0105	-0,0105		
4	-648,56	35,40	3,40	8,8	6,7	-11,000	-0,0043	-0,0043		

PUNTO	COORD X	COORD Y	asiento total	A-R1	B-R1	A-R2	B-R2	A-R3	B-R3	A-R4	B-R4	R1	R2	R3	R4
1	0,00	0,00	0,0007	39,8000	6,7500	31,0000	6,7500	39,8000	0,0500	31,0000	0,0500	1,0000	-1,0000	-1,0000	1,0000
2	0,00	36,50	0,0012	39,8000	36,4500	31,0000	36,4500	39,8000	29,7500	31,0000	29,7500	1,0000	-1,0000	-1,0000	1,0000
3	15,50	19,10	0,0040	24,3000	19,0500	15,5000	19,0500	24,3000	12,3500	15,5000	12,3500	1,0000	-1,0000	-1,0000	1,0000
4	31,00	0,00	-0,0006	8,8000	6,7500	0,0000	6,7500	8,8000	0,0500	0,0000	0,0500	1,0000	1,0000	-1,0000	-1,0000
5	31,00	6,70	0,0005	8,8000	6,6500	0,0000	6,6500	8,8000	-0,0500	0,0000	-0,0500	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
6	31,00	34,30	-0,0073	8,8000	34,2500	0,0000	34,2500	8,8000	27,5500	0,0000	27,5500	1,0000	1,0000	-1,0000	-1,0000
7	26,50	34,30	-0,0044	13,3000	34,2500	4,5000	34,2500	13,3000	27,5500	4,5000	27,5500	1,0000	-1,0000	-1,0000	1,0000
8	26,30	41,50	-0,0058	13,5000	41,4500	4,7000	41,4500	13,5000	34,7500	4,7000	34,7500	1,0000	-1,0000	-1,0000	1,0000
9	39,80	41,80	-0,0027	8,8000	41,7500	0,0000	41,7500	8,8000	35,0500	0,0000	35,0500	1,0000	1,0000	-1,0000	-1,0000
10	32,10	37,50	-0,0096	7,7000	37,4500	-1,1000	37,4500	7,7000	30,7500	-1,1000	30,7500	1,0000	1,0000	-1,0000	-1,0000
11	39,80	32,50	0,0007	8,8000	32,4500	0,0000	32,4500	8,8000	25,7500	0,0000	25,7500	1,0000	1,0000	-1,0000	-1,0000
12	35,40	3,40	-0,0027	4,4000	3,3500	-4,4000	3,3500	4,4000	-3,3500	-4,4000	-3,3500	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
13	39,80	6,70	0,0032	8,8000	6,6500	0,0000	6,6500	8,8000	-0,0500	0,0000	-0,0500	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
14	39,80	0,00	0,0008	8,8000	6,7500	0,0000	6,7500	8,8000	0,0500	0,0000	0,0500	1,0000	1,0000	-1,0000	-1,0000
15	52,10	16,70	0,0103	21,1000	16,6500	12,3000	16,6500	21,1000	9,9500	12,3000	9,9500	1,0000	-1,0000	-1,0000	1,0000
16	64,30	0,00	0,0024	33,3000	6,7500	24,5000	6,7500	33,3000	0,0500	24,5000	0,0500	1,0000	-1,0000	-1,0000	1,0000
17	64,30	32,50	0,0034	33,3000	32,4500	24,5000	32,4500	33,3000	25,7500	24,5000	25,7500	1,0000	-1,0000	-1,0000	1,0000
18	50,90	35,50	0,0024	19,9000	35,4500	11,1000	35,4500	19,9000	28,7500	11,1000	28,7500	1,0000	-1,0000	-1,0000	1,0000
19	14,20	43,30	0,0002	25,6000	43,2500	16,8000	43,2500	25,6000	36,5500	16,8000	36,5500	1,0000	-1,0000	-1,0000	1,0000

Según la tabla 3.6.3. referente a valores límites de asiento del CSCAE- Documento de aplicación de vivienda de CTE-SE, el asiento máximo admisible para edificios de estructuras de hormigón en terrenos cohesivos es de 30 mm. Todas las losas cumplen con esa limitación.

Por otro lado, se ha calculado el asiento en una serie de puntos, incluyendo la nave del convento y el edificio de viviendas con el que el proyecto hace medianera. El asiento provocado al convento es de 2,4 mm, mientras que al edificio de viviendas contiguas es de 0,2 mm. En ambos casos se consideran asientos admisibles.

En cuanto a las distorsiones angulares, según la tabla mencionada anteriormente, el valor límite para nuestras estructuras es de  $1/500 = 0,002$  m. Comprobamos los puntos más desfavorables:

- Puntos 1 – 2:
  - o Asiento diferencial = 0,05
  - o Distorsión angular = 0,000014
  - o CUMPLE
  
- Puntos 1 – 4
  - o Asiento diferencial = 0,0013
  - o Distorsión angular = 0,000042
  - o CUMPLE
  
- PUNTOS 11 – 17
  - o Asiento diferencial = 0,0027
  - o Distorsión angular = 0,0001
  - o CUMPLE
  
- PUNTOS 5 – 13
  - o Asiento diferencial = 0,0027
  - o Distorsión angular = 0,00031
  - o CUMPLE
  
- PUNTOS 9 – 11
  - o Asiento diferencial = 0,0034
  - o Distorsión angular = 0,00037
  - o CUMPLE

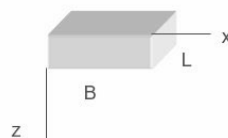
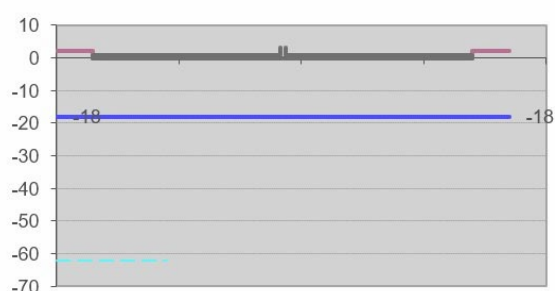
#### 5.5.4.2. HUNDIMIENTO (E.L.U.)

Se va a realizar la comprobación frente a hundimiento a corto y largo plazo de la losa de la parte del edificio que se ha desarrollado en el programa de cálculo Cype. Según la tabla 2.1. del CTE DB-SE-C, referente a *Coefficientes de seguridad parciales*, se debe comprobar que los coeficientes de seguridad obtenidos en el cálculo sean mayores o iguales que 3.

En este caso, al usar el axil bruto, no se va a tener en cuenta el patio central, quedándonos en el lado más desfavorable y por tanto en el lado de la seguridad. Se han despreciado las cargas horizontales y los momentos, pues sus valores son despreciables. Se ha considerado una profundidad de cimentación de 2 metros, siendo este el punto menos profundo de la losa calculada.



# COMPROBACIONES DE UNA ZAPATA (HUNDIMIENTO.XLS)



## SOLICITACIONES, TERRENO Y GEOMETRÍA

Ancho, B (x)=	31	Axíl V =	30698,45	$\gamma_w$ (kN/m3) =	9,81
Largo, L (y)=	36,5	Hx (kN) =	0,00	$\gamma_c$ (kN/m3) =	25
Canto (m) =	0,80	Hy (kN) =	0,00	V (kN) =	77089,950
Profundidad (m) D =	2	Momento ex =	0,00	H (kN) =	0,000
		Momento ey =	0,00	(momento x)/ V=ex=	0,00
Nivel freático (m) =	20	$\gamma$ (kN/m3) s/zap=	17,5	(momento y)/ V=ey=	0,00
c' (kPa) =	10	$\gamma$ (kN/m3) b/zap=	17,5	B' =	31,00
$\phi'$ =	29	NF -----		L' =	36,50
cu (kPa) =	125	$\gamma_{sat}$ (kN/m3) s/zap=	19		
$\beta$ =	0	$\gamma_{sat}$ (kN/m3) b/zap=	19		

## COMPROBACIÓN AL HUNDIMIENTO

Corto/Largo Plazo (C/L) =		C	$\phi$ u (°) =		0	cu (kPa) =		125,00	
¿Se desprecia dq, do? (S/N) =		N				Coef. Seg. Desl. =			
¿Cohes. base para desl.? (S/N) =		S							
Phi(rad)=		0,000	Nc =	5,140	B =	31,00	e =	0,000	B' = 31,000
delta B =		0,000	Nq =	1,000	L =	36,50	e =	0,000	L' = 36,500
delta L =		0,000	Ngam =	0,000	Area =	1131,5	D/B =	0,065	Area' = 1131,500
delta * B =		0,000							
delta * L =		0,000							
		c	Nc	sc	dc	ic	tc	ph	Ph
		125,000	5,140	1,170	1,022	1,000	1,000	768,102	869107,061
		q=gamma*D	Nq	sq	dq	iq	tq		
		35,000	1,000	1,000	1,025	1,000	1,000	35,88	40595
		1/2	B gamma	Ngamma	sg	dg	ig	tg	
		0,5	31,000	17,5	0,000	0,745	1	1,000	1,000
								q ult =	804
									909702
p (kPa) = V/(B*xL) =		68,131							

$$p \text{ (kPa)} = V/(B \times L) = 68,131$$

$$\text{Coef. Seg. Hund.} = 23,81$$

## COMPROBACIÓN AL HUNDIMIENTO

Corto/Largo Plazo (C/L) =		L	$\phi'$ (°) =	25	c' (kPa) =		10,00		
¿Se desprecia dq, do? (S/N) =		s			Coef. Seg. Desl. =				
¿Cohes. base para desl? (S/N) =		S							
Phi(rad)=	0,436	Nc =	20,721	B =	31	e =	0,000	B' =	31,000
delta B =	0,000	Nq =	10,662	L =	36,5	e =	0,000	L' =	36,500
delta L =	0,000	Ngam =	6,758	Area =	1131,5	D/B =	0,065	Area' =	1131,500
delta * B =	0,000								
delta * L =	0,000								
	c	Nc	sc	dc	ic	tc	ph	Ph	
	10,000	20,721	1,170	1,000	1,000	1,000	242,402	274277,672	
	q=gamma*D	Nq	sq	dq	iq	tq			
	35,000	10,662	1,594	1,000	1,000	1,000	595	673089	
1/2	B gamma	Ngamma	sg	dg	ig	tg			
0,5	31,000	14,015	6,758	0,745	1	1,000	1,000	1094	1237934
						q ult =	1931	2185301	

$$p \text{ (kPa)} = V/(B \times L) = 68,131$$

$$p' \text{ (kPa)} = p - u = 68,131$$

$$\text{Coef. Seg. Hund.} = 28,35$$

La losa CUMPLE la comprobación a hundimiento.

#### 5.5.4.3. VUELCO Y DESLIZAMIENTO EN MUROS (E.L.U.)

- Muros de sótano: para aquellos muros que forman parte de las estructuras principales, es decir, que están unidos a la cimentación y al forjado de planta primera, no es necesario llevar a cabo estas comprobaciones debido a que por su naturaleza ya se encuentran suficientemente arriostrados.

Los muros poseen una altura de 3,35 m, lo que, aplicando el predimensionamiento  $H/10$ , nos indica un grosor cercano a los 35 cm. No obstante, estos muros han sido calculados en Cype con un grosor de 30 cm y cumplen todas las exigencias.

- Muros de la escalera sur: Existe una diferencia de cota entre la planta baja del proyecto y el inicio de la calle amargura de 1,80 metros. Dado que la entrada principal es totalmente accesible y que en esta calle hay poco espacio para incluir una rampa, se ha optado por crear una escalera que comunique la calle con dicha planta. A continuación, se muestra la localización de estos muros.



Según la tabla 2.1. del CTE DB-SE-C referente a *Coefficientes de seguridad parciales*, se debe comprobar que el coeficiente de seguridad frente a deslizamiento sea mayor o igual que 1,5. El coeficiente de seguridad antivuelco debe ser mayor o igual a 1.

Los muros contienen, en su punto más desfavorable, una altura de 2,3 metros de tierra, y poseen una altura total de 3,2 metros. Se les ha otorgado, en principio, una anchura de 0,3 metros tanto en la coronación como en la base. Como vemos en las tablas mostradas a continuación, CUMPLEN con las exigencias.

## COMPROBACIONES DE UN MURO EN L (MURO.XLS)

### CÁLCULO DE COEFICIENTES DE EMPUJE ACTIVO Y PASIVO

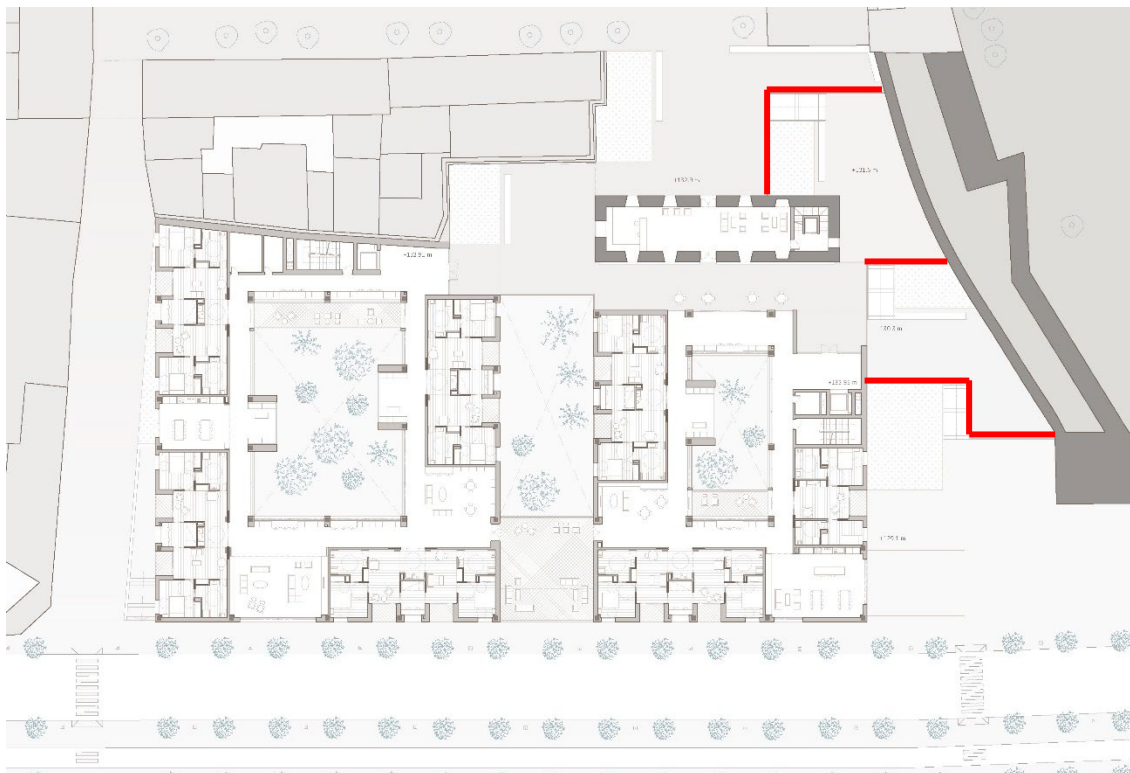
ÁNGULOS	GRADOS	RAD.		GRADOS	RAD.	SENO
Roz. Rell.Trasdós =	32	0,559	beta + phi =	122	2,13	0,85
Roz. Delta (=alfa)	0	0,000	beta - delta =	90	1,57	1,00
Talud alpha =	0	0,000	phi + delta =	32	0,56	0,53
Inclinac. Mui beta =	90	1,571	phi - alpha =	32	0,56	0,53
Roz. Interno intradós	28	0,489	beta - delta =	90	1,57	1,00
Ka = 0,307	Kp = 2,770		alpha + beta =	90	1,57	1,00
DATOS GEOMETRÍA DEL MURO Y N.F.			PROPIEDADES DE MATERIALES			
Altura del muro, H (m)=	2,3		Peso esp. Horm. (kNm3)=	25		
Anchura coronación, W (m)=	0,3		Peso esp. Agua (kNm3)=	9,8		
Talud relleno, 1V /xH =	0,000		Peso esp. trasdós (kNm3)=	17,5		
Profundidad ciment., D(m) =	1		Ka (trasdós) =	0,307		
Anchura en base, HB(m) =	0,6		delta (°) (trasdós) =	0		
Longitud zarpa, LT (m)=	0,6		c (kNm2) (trasdós) =	0		
Espesor muro base, W' (m)=	0,3		Peso esp. Intradós (kNm3) =	19		
Longitud talón, LH (m)=	1,5		Kp (intradós) =	2,770		
Sobrecarga sobre talud Q (kF)	10		delta (°) (intradós) =	0		
Altura total, H' (m)=	3,300		c (kNm2) (intradós) =	0		
Anchura base, B (m)=	2,4		Peso esp. suelo (kNm3)=	19		
Altura Agua Talón, HwH(m)=	0		phi (°) (base) =	28		
Altura Agua Puntera HwT(m)=	0		c (kNm2) (base) =	8		
(Si HwLH=HwLT=0) dw (m)=	8		delta/phi (base) =	0,667		
			adh./c (base) =	0,500		
Coef. Red. Sobrecarga LH =	1,000		Coeficiente Reductor Pasivos=	0,000		

CÁLCULO DE GRIETAS DE TRACCIÓN.					SI NO EXISTEN, SOBRECARGA EQUIVALENTE				
Prof. Grieta Activos, z0 (m)=		-0,571	NO	Sobrecarga equi., Q'eq(kPa) =		10,000			
Altura de empuje, H'eq (m)=		3,300							
CONCEPTO	CANCHO	ALTO	P. ESP.	V	H(R)	H(D)	DIST.	M(R)	M(D)
(1) Relleno	1,5	2,70	17,50	70,88			1,65	116,94	
(2) Relleno	1,5	0	17,50	0,00			1,90	0,00	
(3) Muro	0,3	2,7	25	20,25			0,75	15,19	
(4) Muro	0	2,7	25	0,00			0,60	0,00	
(5) Base	2,4	0,6	25	36,00			1,20	43,20	
(6) Suelo	0,6	0,4	19	4,56			0,30	1,37	
(7) Sobrec.	1,5	10		15,00			1,65	24,75	
(8) Ewa (DH)		0				0,00	0,00		0,00
(9) U base	2,4			0,00			0,00	0,00	
(10) Ewp		0				0,00	0,00		0,00
Eah Sbrga.						10,14	1,65		16,73
Eav Sbrga.				0,00			2,40		0,00
Eah Terreno						29,28	1,10		32,21
-U Poros		0,00	9,80			0,00	0,00		0,00
Eav Terreno				0,00			2,40		0,00
-U Poros		0,00	9,80	0,00			0,00		0,00
Eph					0,00		0,33	0,00	
-U Poros		0	9,80		0,00		0,00	0,00	
B*ca+V*tan(delta)				59,16					
Resultante			SUM	146,69		39,42	1,04	201,45	48,94
Resist. Max. Hor. Terreno					59,16				

### RESULTADOS

Paso res. Núcleo central=	SI	Excentricidad result. =	0,160
Coef. Seg. Deslizam. =	1,50	q max = 85,607	B'efic= 2,079
Coef. seg. Vuelco =	4,12	q min = 36,631	qefic = 70,540
Coef. Seg. Hundim. =	5,14		

- Muros del paseo de la muralla: En el lado norte de la parcela, colindando con la muralla de la alcazaba, se ha buscado crear una conexión entre la plaza Ducal y la zona norte de Marchena. Para ello se han generado una serie de plataformas con una diferencia de cotas de 1,2 ó 1,3 metros entre ellas. Los balcones y las miradas que se crean entre las distintas cotas incitan a recorrer el paseo, a pararse y a observar la campiña que se abre ante nosotros. A continuación, se muestra la localización de estos muros.



Los muros contienen, en su punto más desfavorable, una altura de 1,3 metros de tierra. Se les ha otorgado, en principio, una anchura de 0,3 metros tanto en la coronación como en la base. Como vemos en las tablas mostradas a continuación, CUMPLEN con las exigencias.



## COMPROBACIONES DE UN MURO EN L (MURO.XLS)

### CÁLCULO DE COEFICIENTES DE EMPUJE ACTIVO Y PASIVO

ÁNGULOS		GRADOS	RAD.		GRADOS	RAD.	SENO
Roz. Rell.Trasdós =		32	0,559	beta + phi =	122	2,13	0,85
Roz. Delta (=alfa)		0	0,000	beta - delta =	90	1,57	1,00
Talud	alpha =	0	0,000	phi + delta =	32	0,56	0,53
Inclinac. Muri	beta =	90	1,571	phi - alpha =	32	0,56	0,53
Roz. Interno intradós		28	0,489	beta - delta =	90	1,57	1,00
Ka = 0,307		Kp = 2,770		alpha + beta =	90	1,57	1,00

### DATOS GEOMETRÍA DEL MURO Y N.F.

Altura del muro, H (m)=	1,3
Anchura coronación, W (m)=	0,3
Talud relleno, 1V /xH =	0,000
Profundidad ciment., D(m) =	1
Anchura en base, HB(m) =	0,6
Longitud zarpa, LT (m)=	0,5
Espesor muro base, W' (m)=	0,3
Longitud talón, LH (m)=	1
Sobrecarga sobre talud Q (kF)	10
Altura total, H' (m)=	2,300
Anchura base, B (m)=	1,8
Altura Agua Talón, HwH(m)=	0
Altura Agua Puntera HwT(m)=	0
(Si HwLH=HwLT=0) dw (m)=	8
Coef. Red. Sobrecarga LH =	1,000

### PROPIEDADES DE MATERIALES

Peso esp. Horm. (kNm3)=	25
Peso esp. Agua (kNm3)=	9,8
Peso esp. trasdós (kNm3)=	17,5
Ka (trasdós) =	0,307
delta (°) (trasdós) =	0
c (kNm2) (trasdós) =	0
Peso esp. Intradós (kNm3) =	19
Kp (intradós) =	2,770
delta (°) (intradós) =	0
c (kNm2) (intradós) =	0
Peso esp. suelo (kNm3)=	19
phi (°) (base) =	28
c (kNm2) (base) =	8
delta/phi (base) =	0,667
adh./c (base) =	0,500
Coeficiente Reductor Pasivos=	0,000

### CÁLCULO DE GRIETAS DE TRACCIÓN.

Prof. Grieta Activos, $z_0$ (m)=	-0,571	NO
Altura de empuje, $H'_{eq}$ (m)=	2,300	

### SI NO EXISTEN, SOBRECARGA EQUIVALENTE

Sobrecarga equi., Q'eq(kPa) =	10,000
-------------------------------	--------

### CONCEPTO CANCHO ALTO P. ESP. V H(R) H(D) DIST. M(R) M(D)

(1) Relleno	1	1,70	17,50	29,75			1,30	38,68	
(2) Relleno	1	0	17,50	0,00			1,47	0,00	
(3) Muro	0,3	1,7	25	12,75			0,65	8,29	
(4) Muro	0	1,7	25	0,00			0,50	0,00	
(5) Base	1,8	0,6	25	27,00			0,90	24,30	
(6) Suelo	0,5	0,4	19	3,80			0,25	0,95	
(7) Sobrec.	1	10		10,00			1,30	13,00	
(8) Ewa (DH)		0				0,00	0,00		0,00
(9) U base	1,8			0,00			0,00	0,00	
(10) Ewp		0				0,00	0,00		0,00
Eah Sbrga.						7,07	1,15		8,13
Eav Sbrga.				0,00			1,80		0,00
Eah Terreno						14,22	0,77		10,90
-U Poros		0,00	9,80			0,00	0,00		0,00
Eav Terreno				0,00			1,80		0,00
-U Poros		0,00	9,80	0,00			0,00		0,00
Eph					0,00		0,33	0,00	
-U Poros		0	9,80		0,00		0,00	0,00	
B*ca+V*tan(delta)				35,34					
Resultante		SUM		83,30		21,29	0,79	85,21	19,03
Resist. Max. Hor. Terreno					35,34				

### RESULTADOS

Paso res. Núcleo central=	SI	Excentricidad result. =	0,106
Coef. Seg. Deslizam. =	1,66	q max = 62,552 B'efic =	1,589
Coef. seg. Vuelco =	4,48	q min = 30,003 qefic =	52,423
Coef. Seg. Hundim. =	5,14		

## **6. MEMORIA CONSTRUCTIVA**

### **6.1. JUSTIFICACIÓN CONSTRUCTIVA DE LA PROPUESTA**

La idea básica del proyecto consiste en la creación de un basamento continuo de carácter público del que sobresalen dos volúmenes de viviendas de carácter más privado. Esta dualidad de usos entre la planta baja y las superiores se ha querido trasladar a la materialidad del edificio, diferenciando entre el elemento base y los volúmenes superiores.

La fachada, ventilada en ambas partes, se remata en el basamento con listones de madera de Iroko, mientras que en las plantas superiores el acabado es de paneles de fibrocemento de color blanco. Los listones de madera se anclan a muros de hormigón armado o a fábricas de ladrillo (según la zona del proyecto), mientras que los paneles de fibrocemento van siempre anclados a la fábrica de ladrillo. Los elementos de remate de ventanas, pretilas y demás se llevan a cabo con planchas de aluminio lacado RAL 8025, buscando mantener la gama cromática.

Por otro lado, el edificio consta de grandes huecos protegidos del sol (además de por persianas) por unas lamas correderas de madera con bastidores de aluminio ancladas a los forjados. Estas lamas hacen que el material del basamento “colonice” la parte superior de la fachada, conectando así ambas partes.

Por último, encontramos dos tipos de cubiertas. La cubierta superior del edificio (no transitable y destinada a la disposición de instalaciones) es una cubierta invertida con acabado de grava, mientras que las cubiertas transitables de planta primera son cubiertas invertidas con solería sobre plots.

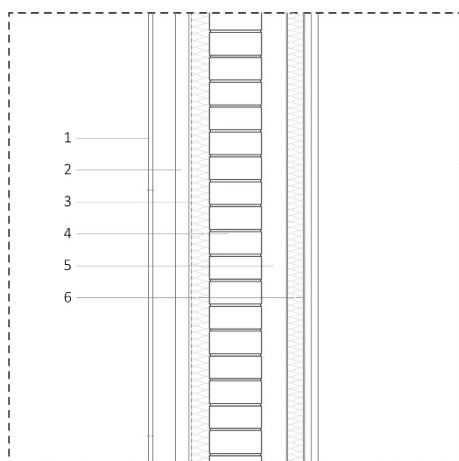
### **6.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS**

#### **6.2.1. CERRAMIENTOS**

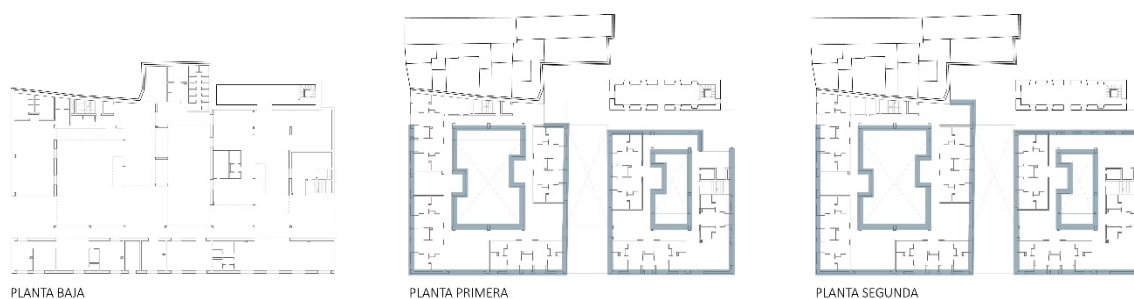
A continuación, se exponen las capas de los distintos cerramientos de exterior a interior:

##### **• Fachada ventilada ligera de paneles de fibrocemento:**

1. Panel de fibrocemento EQUITONE NATURA NF164 o similar,  $e = 12 \text{ mm}$
2. Cámara de aire ventilada  $e = 6 \text{ cm}$  (en esta cámara de aire se sitúa la subestructura de aluminio de los paneles de fibrocemento).
3. Aislamiento térmico de lana de roca de alta densidad con recubrimiento de papel Kraft, fijado a la hoja interior mediante anclajes mecánicos, conductividad térmica  $0,032 \text{ W/mK}$ ,  $e = 40 \text{ mm}$ .
4.  $\frac{1}{2}$  pie de ladrillo perforado cerámico agarrado con mortero M-7.5,  $e=12 \text{ cm}$ , con una capa de regularización por su cara exterior de mortero M-7.5,  $e=1 \text{ cm}$ .
5. Cámara de aire no ventilada  $e = 5 \text{ cm}$
6. Doble placa de yeso laminado de  $1,5 \text{ cm}$  cada una ancladas a estructura portante de acero galvanizado Z275JR con aislamiento de lana de roca de alta densidad (conductividad térmica  $0,037 \text{ W/mK}$ ,  $e = 40 \text{ mm}$ ) y banda aislante de polietileno PE en contactos con forjados.



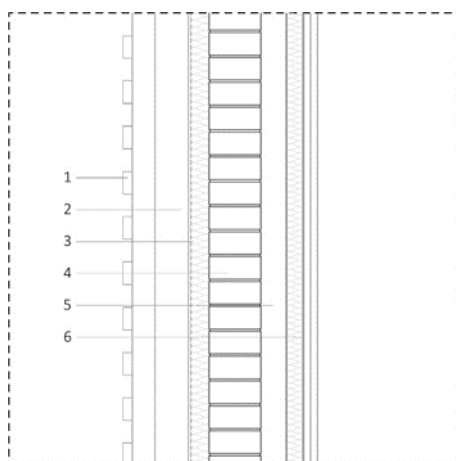
Esquema con la localización de este tipo de cerramiento en el edificio:



• Fachada ventilada ligera de listones de madera de Iroko:

1. Lamas de madera de Iroko, de cultivo sostenible, 5x2.5x250 cm, con tratamiento hidrófugo mediante autoclave.
2. Cámara de aire ventilada  $e = 11$  cm (en esta cámara de aire se sitúa la subestructura de aluminio de las lamas de madera. Su gran espesor se debe a la necesidad de que la fachada del basamento sobresalga de la de las viviendas, con la idea de que las lamas correderas no sobresalgan, ya que en algunos puntos quedan por debajo de los 2 metros).
3. Aislamiento térmico de lana de roca de alta densidad con recubrimiento de papel Kraft, fijado a la hoja interior mediante anclajes mecánicos, conductividad térmica  $0,032 \text{ W/mK}$ ,  $e = 40$  mm.
4.  $\frac{1}{2}$  pie de ladrillo perforado cerámico agarrado con mortero M-7.5,  $e=12$  cm, con una capa de regularización por su cara exterior de mortero M-5,  $e=1$  cm.
5. Cámara de aire no ventilada  $e = 5$  cm
6. Doble placa de yeso laminado de 1,5 cm cada una ancladas a estructura portante de acero galvanizado Z275JR con aislamiento de lana de roca de alta densidad (conductividad térmica  $0,037 \text{ W/mK}$ ,  $e = 40$  mm) y banda aislante de polietileno PE en contactos con forjados.





Esquema con la localización de este tipo de cerramiento en el edificio:



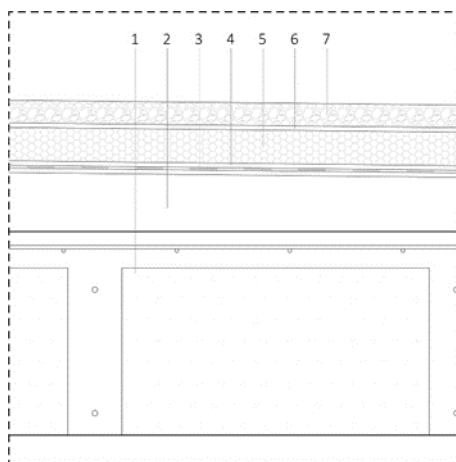
En la zona de línea discontinua, la hoja principal pasa a ser un muro de hormigón armado en vez de fábrica de ladrillo.

## 6.2.2. CUBIERTAS

A continuación, se exponen las capas de las cubiertas de interior a exterior:

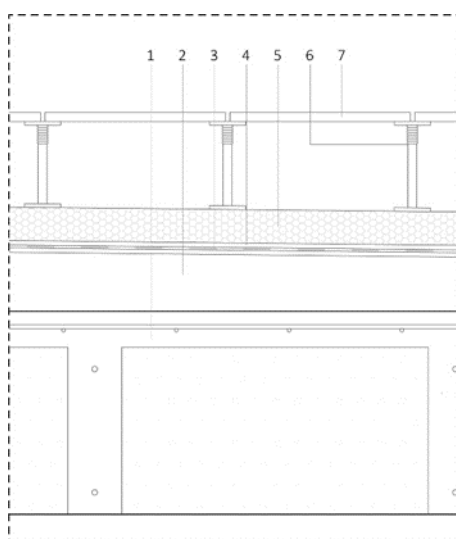
### • Cubierta no transitable invertida con cobertura de grava:

1. Forjado reticular de hormigón armado HA-25/20/P IIb,  $e=45$  cm, con casetones perdidos de EPS, intereje de 80 cm, nervios de 12 centímetros.
2. Formación de pendiente con hormigón aligerado ( $1200\text{Kg/m}^2$ ) de espesor mínimo 4 cm para cubierta plana con capa de regularización de mortero M-5  $e=1$  cm.
3. Lámina impermeabilizante de poliolefina termoplástica flexible (FPO), armada interiormente con una trama de poliéster y con espesor nominal de  $e=1.2$  mm, con juntas soldadas por aire caliente.
4. Mortero de protección M-5,  $e=2$  cm.
5. Aislamiento térmico mediante placas rígidas de poliestireno extruido XPS tipo DANOPREN TR 80 o similar, conductividad térmica  $0,036\text{ W/mK}$ ,  $e=8$  cm.
6. Lámina geotextil de antipunzonamiento a base de Film de polietileno ( $300\text{g/m}^2$ ),  $e=2$  mm.
7. Cobertura de grava limpia, tamaño máximo de áridos 10 mm,  $e=5$  cm.



• Cubierta transitable invertida con solería sobre plots:

1. Forjado reticular de Hormigón Armado HA-25/20/P IIb, e=45 cm, con casetones perdidos de EPS, intereje de 80 cm, nervios de 12 centímetros.
2. Formación de pendiente con hormigón aligerado (1200Kg/m<sup>2</sup>) de espesor mínimo 4 cm para cubierta plana con capa de regularización de mortero M-5 e=1 cm.
3. Lámina impermeabilizante de poliolefina termoplástica flexible (FPO), armada interiormente con una trama de poliéster y con espesor nominal de e=1.2 mm, con juntas soldadas por aire caliente.
4. Mortero de protección M-5, e=2 cm.
5. Aislamiento térmico mediante placas rígidas de poliestireno extruido XPS tipo DANOPREN TR 80 o similar, conductividad térmica 0,036 W/mK, e=8 cm.
6. Plot telescópico de PVC 8x8 (5-20 cm) para cubierta transitable.
7. Suelo flotante de baldosas de hormigón polimérico acabado en gris, 60x60x3 cm.

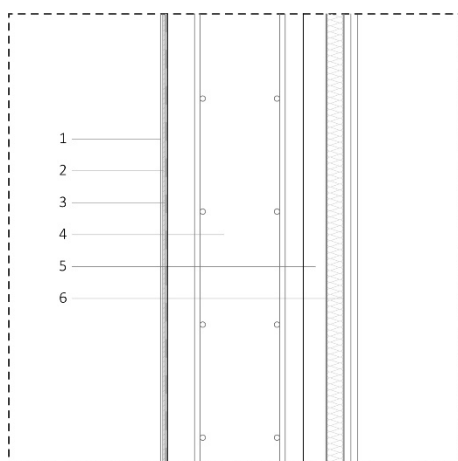


### 6.2.3. CONTACTO CON EL TERRENO

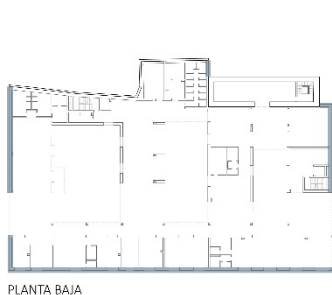
A continuación, se exponen las capas de los elementos en contacto con el terreno de exterior a interior:

- Muro de contención:

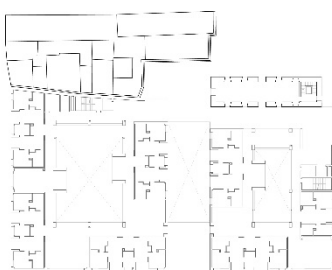
1. Lámina geotextil de antipunzonamiento a base de Film de polietileno (300g/m<sup>2</sup>), e=2 mm.
2. Lámina nodular drenante de polietileno de alta densidad (PEAD) tipo DANOPREN H Plus o similar.
3. Lámina asfáltica bituminosa impermeabilizante e=4 mm.
4. Muro de contención de Hormigón Armado HA-25/20/P IIa, e=30 cm, armado con redondos de acero corrugado B400S.
5. Cámara de aire no ventilada e = 5 cm
6. Doble placa de yeso laminado de 1,5 cm cada una ancladas a estructura portante de acero galvanizado Z275JR con aislamiento de lana de roca de alta densidad (conductividad térmica 0,037 W/mK, e = 40 mm) y banda aislante de polietileno PE en contactos con forjados.



Esquema con la localización de este tipo de muro en el edificio:



PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA

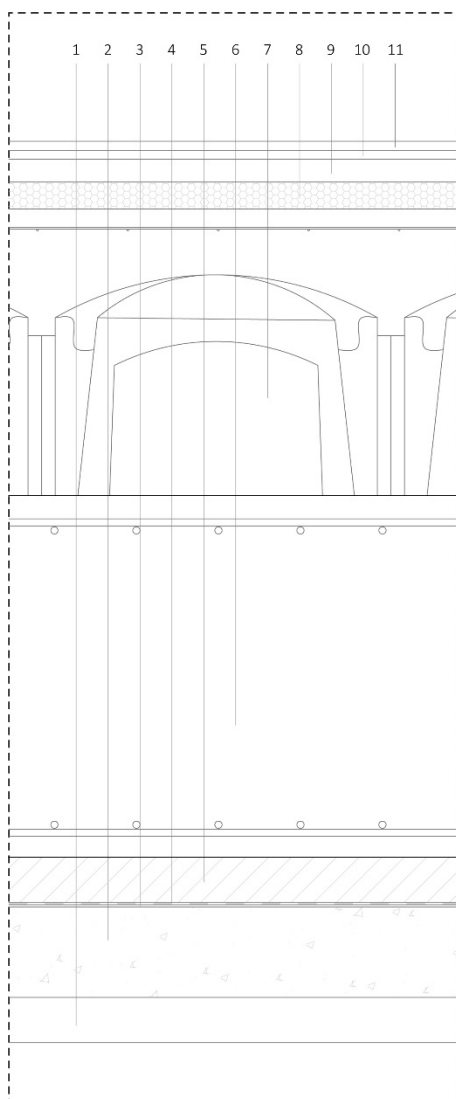


PLANTA SEGUNDA

- Suelo en contacto con el terreno:

1. Tongada de albero compactado al 95% de Próctor Modificado, e=20cm.
2. Capa de Zahorras compactadas, e=20 cm

3. Lámina geotextil de antipunzonamiento a base de Film de polietileno (300g/m<sup>2</sup>), e=2 mm.
4. Lámina asfáltica bituminosa impermeabilizante e=4 mm.
5. Capa de hormigón de limpieza HM-20/B/20/Ila, e=10 cm.
6. Losa de cimentación de hormigón armado HA-25/P/20/Ila, e=80 cm, con armadura de acero corrugado B400S.
7. Forjado sanitario prefabricado compuesto de elementos de polipropileno ensamblados entre sí, e=60 cm.
8. Aislamiento térmico mediante placas rígidas de poliestireno extruido XPS tipo DANOPREN TR 60 o similar, conductividad térmica 0.036 W/mK, e=6 cm.
9. Mortero de protección M-2.5, e=5 cm.
10. Mortero de agarre M-5, e=2 cm.
11. Pavimento de gres porcelánico color beige 30x60x1.5 cm, resistencia al rayado MOHS 9 y resistencia al deslizamiento clase 3 según UNE-EN 12600.



## 6.3. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA (CTE)

### 6.3.1. CTE DB-HS1

#### CERRAMIENTOS

- Fachada ventilada ligera de paneles de fibrocemento:

- Grado de impermeabilidad exigido según la tabla 2.5 del CTE-DB-HS: 3

- Condiciones de la solución adoptada según la tabla 2.7 del CTE-DB-HS: B2 + C1 + J1 + N1, donde B2 se corresponde con el aislante de lana de roca de alta densidad protegido con el papel Kraft, el C1 se corresponde con el ½ pie de ladrillo cerámico perforado, el J1 se corresponde con las juntas sin interrupción de la fábrica de ladrillo y el N1 con la cámara de aire sin ventilar, el aislamiento de lana de roca interior y las placas de cartón yeso fijadas a la estructura autoportante.

- Condiciones de los puntos singulares: La hoja principal de fábrica de ladrillo cerámico perforado tendrá juntas de dilatación cada 15 metros. Los paneles de fibrocemento tienen juntas abiertas de 1 cm, lo que asegura la ventilación de la fachada exterior. El aislante ubicado por el exterior de la hoja principal es pasante, solucionando los puentes térmicos en frentes de forjado. Los huecos de la fachada se solucionan con chapas metálicas plegadas de aluminio lacado, que solucionan la filtración de agua, y el aislamiento exterior se pliega en los huecos quedando por el interior de la chapa y evitando los puentes térmicos. La cámara no ventilada situada al interior de la hoja principal desaparece al pasar por los pilares, evitando así grandes salientes en el interior. No obstante, con el aislamiento de lana de roca y las placas de cartón yeso se siguen cumpliendo las exigencias del CTE. Todos los pretiles y albardillas están solucionado con la chapa mencionada anteriormente, con una pendiente mínima del 6% y con un goterón separado de la fachada un mínimo de 2 cm.

- Fachada ventilada ligera de listones de madera de Iroko:

- Grado de impermeabilidad exigido según la tabla 2.5 del CTE-DB-HS: 3

- Condiciones de la solución adoptada según la tabla 2.7 del CTE-DB-HS: B2 + C1 + J1 + N1, donde B2 se corresponde con el aislante de lana de roca de alta densidad protegido con el papel Kraft, el C1 se corresponde con el ½ pie de ladrillo cerámico perforado, el J1 se corresponde con las juntas sin interrupción de la fábrica de ladrillo y el N1 con la cámara de aire sin ventilar, el aislamiento de lana de roca interior y las placas de cartón yeso fijadas a la estructura autoportante.

Cuando dicha fachada en planta baja se apoya en el muro de contención en vez de en la fábrica de ladrillo, el C1 se correspondería con dicho elemento, aumentando además su protección a C2.

- Condiciones de los puntos singulares: La hoja principal de fábrica de ladrillo cerámico perforado tendrá juntas de dilatación cada 15 metros. Las lamas de madera tienen juntas abiertas de 4 cm, lo que asegura la ventilación de la fachada exterior. El aislante ubicado por el exterior de la hoja principal es pasante, solucionando los puentes térmicos en frentes de forjado. Los huecos de la fachada se solucionan con chapas metálicas plegadas de aluminio lacado, que solucionan la filtración de agua, y el aislamiento exterior se pliega en los huecos quedando por el interior de la chapa y evitando los puentes térmicos. La cámara no ventilada situada al interior de la hoja principal desaparece al pasar por los pilares, evitando así grandes salientes en el interior. No obstante, con el aislamiento de lana de roca y las placas de cartón yeso se siguen cumpliendo las exigencias del CTE. Todos los pretiles y albardillas están solucionados con la chapa mencionada anteriormente, con una pendiente mínima del 6% y con un goterón separado de la fachada un mínimo de 2 cm. La chapa metálica de aluminio plegado situada en la parte inferior de la cámara de aire ventilada para la evacuación de agua cumple las mismas condiciones.

## CUBIERTAS

- Cubierta no transitable invertida con cobertura de grava:

- El grado de impermeabilidad exigido por el CTE-DB-HS es única para todas las cubiertas, si se cumplen las condiciones de las soluciones constructivas del siguiente punto.

- Condiciones de las soluciones adoptadas según el apartado 2.4.2. del CTE-DB-HS: El sistema de formación de pendiente en cubierta plana se corresponde con la formación de pendiente con hormigón aligerado, la capa separadora bajo el aislante térmico se corresponde con el mortero de protección M5, el aislante térmico se corresponde con las placas rígidas de XPS, la capa de impermeabilización se corresponde con la lámina de poliolefina termoplástica flexible (FPO), la capa separadora entre la impermeabilización y la capa de protección se soluciona con la lámina geotextil, y la capa de protección se corresponde con la cobertura de grava limpia. Además, la cubierta posee un sistema de evacuación de aguas dimensionado según el cálculo descrito en el HS5.

- Condiciones de los puntos singulares: la impermeabilización se prolonga sobre el paramento vertical (pretilos) por encima de la capa de protección un mínimo de 20 cm (en nuestro caso, se prolonga 25 cm), y el paramento se rodea con un radio de curvatura de 5 cm.

- Cubierta transitable invertida con solería sobre plots:

- El grado de impermeabilidad exigido por el CTE-DB-HS es única para todas las cubiertas, si se cumplen las condiciones de las soluciones constructivas del siguiente punto.

- Condiciones de las soluciones adoptadas según el apartado 2.4.2. del CTE-DB-HS: El sistema de formación de pendiente en cubierta plana se corresponde con la formación de pendiente con hormigón aligerado, la capa separadora bajo el aislante térmico se corresponde con el mortero de protección M5, el aislante térmico se corresponde con las placas rígidas de XPS, la capa de impermeabilización se corresponde con la lámina de poliolefina termoplástica flexible (FPO) y la capa de protección se corresponde con la solería flotante de baldosas de hormigón polimérico sobre plots telescópicos. Además, la cubierta posee un sistema de evacuación de aguas dimensionado según el cálculo descrito en el HS5.

- Condiciones de los puntos singulares: la impermeabilización se prolonga sobre el paramento vertical (pretilos y fachadas) por encima de la capa de protección un mínimo de 20 cm, y el paramento se rodea con un radio de curvatura de 5 cm. En las zonas de acceso al interior del edificio desde estas cubiertas, al no poder lograr los 20 cm de prolongación de la lámina que exige el CTE, se coloca una rejilla sumidero lineal de la dimensión del hueco conectada a la evacuación de aguas pluviales, logrando así una mayor protección contra la entrada de agua.

## CONTACTO CON EL TERRENO

- Muro de contención:

- Grado de impermeabilidad según tabla 2.1 del CTE-DB-HS: 1

- Condiciones de las soluciones adoptadas según tabla 2.2 del CTE-DB-HS: I2 + I3 + D1 + D5, donde I2 se corresponde con la lámina asfáltica bituminosa impermeabilizante, el I3 no es de aplicación pues el muro no es de fábrica, D1 se corresponde a la lámina drenante de polietileno de alta densidad, y D5 se corresponde con el tubo drenante de PVC poroso.

- Condiciones de los puntos singulares: el impermeabilizante se prolonga más de 15 cm sobre el nivel del suelo, en este caso hasta llegar a la cota del forjado de planta primera. Por otro lado, toda la parte del muro que queda visto sobre la cota de la calle está revestida con la fachada ventilada de listones de madera de Iroko, actuando como zócalo del edificio.

- Suelo en contacto con el terreno:

- Grado de impermeabilidad según tabla 2.3 del CTE-DB-HS: 2

- Condiciones de las soluciones adoptadas según tabla 2.4 del CTE-DB-HS: C2 + C3, donde C2 especifica que debe usarse un hormigón de retracción moderada, sobre cuya superficie terminada se aplicará un producto líquido para colmatar los poros para la hidrofugación (C3). Además, en este caso colocamos una lámina impermeabilizante bajo la losa de cimentación para aumentar la protección contra el agua.

- Condiciones de los puntos singulares: la junta entre la losa en contacto con el terreno y el muro de contención ha sido sellada con una banda de PVC con bulbo para asegurar la estanqueidad.

### 6.3.2. CTE DB-HS6

En este caso, puesto que nos encontramos en Marchena, y que dicha localidad no aparece en la tabla del apéndice B del DB-HS6, no es necesaria la protección contra el radón.

### 6.3.3. CTE DB-HE1

A continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de cumplimiento del HE-1, realizado con la herramienta HULC. En la entrega de la intensificación <<Construcción e instalaciones>> se desarrolla este punto.

#### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

##### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Cubierta No Transitable	Fachada	606,42	0,24	Usuario
Cubierta Transitable	Fachada	34,52	0,21	Usuario
Forjado Intermedio	Fachada	145,30	0,57	Usuario
Forjado Sanitario	Suelo	569,16	0,35	Usuario
Fachada P1-P2	Fachada	138,12	0,31	Usuario
Fachada P1-P2	Fachada	172,62	0,31	Usuario
Fachada P1-P2	Fachada	141,75	0,31	Usuario
Fachada P1-P2	Fachada	171,91	0,31	Usuario
Fachada PB	Fachada	31,75	0,31	Usuario
Fachada PB	Suelo	42,25	0,31	Usuario
Fachada PB	Fachada	48,74	0,31	Usuario
Fachada PB	Suelo	30,27	0,31	Usuario
Fachada PB	Fachada	46,94	0,31	Usuario
Fachada PB	Suelo	42,27	0,31	Usuario
Fachada PB	Fachada	37,97	0,31	Usuario
Fachada PB	Suelo	30,20	0,31	Usuario

##### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Vidrio Proyecto	Hueco	71,10	1,92	0,58	Usuario	Usuario
Vidrio Proyecto	Hueco	83,37	1,92	0,58	Usuario	Usuario
Vidrio Proyecto	Hueco	94,40	1,92	0,58	Usuario	Usuario
Vidrio Proyecto	Hueco	82,41	1,92	0,58	Usuario	Usuario

#### Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración\*

D <sub>cal</sub>	8,78	kWh/m²año	D <sub>cal,lim</sub>	15,00	kWh/m²año	Sí cumple
D <sub>ref</sub>	13,10	kWh/m²año	D <sub>ref,lim</sub>	20,00	kWh/m²año	Sí cumple



### 6.3.4. CTE DB-HR

Para el cálculo del cumplimiento de DB HR, se han seleccionado 3 situaciones diferentes dentro del proyecto. En primer lugar, se ha calculado el tiempo de reverberación en la sala del Bar/Cafetería. En segundo lugar, se ha usado la partición entre un dormitorio y una zona comunitaria para el cálculo del aislamiento a ruido de impacto y a ruido aéreo interior. Por último, se ha calculado el aislamiento a ruido aéreo exterior de la fachada de un dormitorio. En la entrega de la intensificación de la asignatura se desarrolla este aspecto en profundidad.

- Tiempo de reverberación: Bar/Cafetería:

$0,66 < 0,9$  seg, CUMPLE

- Aislamiento a ruido de impacto y ruido aéreo interior: Partición dormitorio – sala comunitaria:

$D_{nT,A}: 56 > 55$ , CUMPLE

$L'_{nT,w}: 47 < 60$ , CUMPLE

- Aislamiento a ruido aéreo exterior: Fachada dormitorio:

$D_{2m,nT,Atr}: 34 > 30$ , CUMPLE

### 6.3.5. CTE DB-SI

• SI 1: Este edificio está compartimentado en 2 sectores de incendio, los cuales contactan únicamente en 2 muros opacos en la Planta Baja. Según la tabla 1.2 del SI 1, al ser el uso de dichos sectores el de “Residencial Vivienda”, la exigencia de dichos muros puede ser EI60 o EI120, según consideremos que la planta está bajo o sobre rasante. En este caso, se trata de una planta semienterrada, sobre rasante hacia la carretera de Carmona y bajo rasante de la Plaza Ducal. Para quedarnos en lado de la seguridad, haremos que dichos muros cumplan con la exigencia EI120.

En este caso, los muros se componen de 1/2 pie de ladrillo cerámico perforado revestido por ambas caras.

Tabla F.1. Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de ladrillo cerámico o silíceo calcáreo								
Tipo de revestimiento		Espesor de la fábrica en mm.						
		Con ladrillo hueco			Con ladrillo macizo o perforado		Con bloques de arcilla aligerada	
		40≤e<80	80≤e<110	e≥110	110≤e<200	e≥200	140≤e<240	e≥240
Sin revestir		(1)	(1)	(1)	REI-120	REI-240	(1)	(1)
Enfoscado	Por la cara expuesta	(1)	EI-60	EI-90	EI-180	REI-240	EI-180	EI-240
	Por las dos caras	EI-30	EI-90	EI-120	REI-180	REI-240	REI-180	REI-240
Guarnecido	Por la cara expuesta	EI-60	EI-120	EI-180	EI-240	REI-240	EI-240	EI-240
	Por las dos caras	EI-90	EI-180	EI-240	EI-240	REI-240	EI-240 RE-240 REI-180	EI-240
(1) No es usual.								

Por otro lado, existen dos locales de riesgo bajo, cuyas paredes y techos deben ser EI 90. Las paredes serán similares a las descritas anteriormente. Sin embargo, el local de riesgo bajo correspondiente al Centro de transformación, también se comunica con el sector 1 a través del forjado superior.

En este caso, al tener un forjado reticular de 45 cm de canto, con un intereje de 120 mm y una distancia mínima equivalente al eje de la armadura inferior de 40 mm, nuestro forjado cumple con las exigencias.

**Tabla C.5 Forjados bidireccionales**

Resistencia al fuego	Anchura de nervio mínimo $b_{min}$ / Distancia mínima equivalente al eje $a_m$ <sup>(1)</sup> (mm)			Espesor mínimo $h_{min}$ (mm)
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	
REI 30	80 / 20	120 / 15	200 / 10	60
REI 60	100 / 30	150 / 25	200 / 20	80
REI 90	120 / 40	200 / 30	250 / 25	100
REI 120	160 / 50	250 / 40	300 / 35	120
REI 180	200 / 70	300 / 60	400 / 55	150
REI 240	250 / 90	350 / 75	500 / 70	175

<sup>(1)</sup> Los recubrimientos por exigencias de durabilidad pueden requerir valores superiores.

• SI 2: Nuestro edificio tiene una medianera que recorre todo el lado suroeste del bloque 1, que debe cumplir con las exigencias EI 60, según el CTE DB-SI2. En este caso, dicha medianera es un muro portante de hormigón armado de 35 cm de espesor que abarca las 3 plantas de altura. Además, está revestido con un trasdosado indirecto con lana mineral y cartón yeso. Según la tabla C.2 del anejo C del CTE DB-SI, cumple con las exigencias.

**Tabla C.2. Elementos a compresión**

Resistencia al fuego	Lado menor o espesor $b_{min}$ / Distancia mínima equivalente al eje $a_m$ (mm) <sup>(1)</sup>		
	Soportes	Muro de carga expuesto por una cara	Muro de carga expuesto por ambas caras
R 30	150 / 15 <sup>(2)</sup>	100 / 15 <sup>(3)</sup>	120 / 15
R 60	200 / 20 <sup>(2)</sup>	120 / 15 <sup>(3)</sup>	140 / 15
R 90	250 / 30	140 / 20 <sup>(3)</sup>	160 / 25
R 120	250 / 40	160 / 25 <sup>(3)</sup>	180 / 35
R 180	350 / 45	200 / 40 <sup>(3)</sup>	250 / 45
R 240	400 / 50	250 / 50 <sup>(3)</sup>	300 / 50

<sup>(1)</sup> Los recubrimientos por exigencias de durabilidad pueden requerir valores superiores.

<sup>(2)</sup> Los soportes ejecutados en obra deben tener, de acuerdo con la Instrucción EHE, una dimensión mínima de 250 mm.

<sup>(3)</sup> La resistencia al fuego aportada se puede considerar REI

Por otro lado, la fachada, ventilada, con tres plantas y una altura total de 11,60 metros, cumple D-S3,d0 en todos sus materiales, incluyendo el aislamiento de la fachada ventilada, así como B-S3,d0 en los 3,5 primeros metros. Los materiales principales son el fibrocemento (A-S1,d0) y la madera de Iroko con protección ignífuga mediante autoclave. El aislamiento de la cámara ventilada es un aislante mineral protegido contra el agua (A-S1,d0).

• SI 6: En nuestro edificio, la resistencia al fuego de la estructura debe ser R 120 en la planta baja (para quedarnos en el lado de la seguridad, la consideramos bajo rasante) y R 60 en las plantas primera y segunda.

El forjado, como hemos visto anteriormente, cumple con las exigencias en plantas primera y segunda, pero no en planta baja. No obstante, como en todo el edificio está protegido con un falso techo continuo de escayola, se cumple con la exigencia.

Por otro lado, tenemos muros portantes de 35 cm de ancho, y pilares de 35 x 35 cm, de hormigón armado. Según la tabla C.2. mencionada anteriormente, con recubrimientos de 40 mm, cumplimos todas las exigencias. Además, la estructura no está vista, sino que está protegida por un trasdosado indirecto de cartón yeso y lana mineral, lo que aumenta su protección y podría permitir disminuir los recubrimientos de la armadura.

## **7. MEMORIA DE INSTALACIONES**

### **7.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

#### **7.1.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PASIVOS**

Dado que los sistemas de protección contra incendios pasivos fueron descritos y calculados con detalle en la entrega de la intensificación, y para no alargar en exceso el presente documento, se va a realizar únicamente un resumen de los aspectos más importantes de la protección pasiva.

- Sectorización y locales de riesgo:

- Sector 1:

Bloque de viviendas 1: 1797,76 m<sup>2</sup> – Uso Residencial Vivienda

Local 1, Gimnasio: 212,99 m<sup>2</sup> – Uso Comercial

Local 2, Zona Doctores: 159,50 m<sup>2</sup> – Uso Administrativo

Local 3, Colmado: 32,34 m<sup>2</sup> – Uso Comercial

Total Sector: 2202,59 m<sup>2</sup>

-Sector 2:

Bloque de viviendas 2: 1253,80 m<sup>2</sup> – Uso Residencial Vivienda

Local 1, Biblioteca: 411,71 m<sup>2</sup> – Uso Docente

Local 2, Peluquería: 57,14 m<sup>2</sup> – Uso Comercial

Local 3, Bar/Cafetería: 181,57 m<sup>2</sup> – Uso Comercial

Local 4, Administración: 194,24 m<sup>2</sup> – Uso Administrativo

Total Sector: 2098,48 m<sup>2</sup>

-Locales de riesgo: En este edificio existen dos zonas de riesgo especial bajo, ambas situadas en planta baja. El primero es el local destinado a ubicar el Centro de transformación, y el segundo es la zona de lavandería. Los trasteros, al no superar los 50 m<sup>2</sup>, no necesitan dicha protección. Además, los armarios de las centralizaciones de contadores eléctricos y de instalaciones de telecomunicaciones también son de riesgo especial bajo.

- Propagación exterior:

Entre ambos sectores encontramos tanto fachadas enfrentadas como fachadas en ángulo recto, las cuales cumplen las distancias entre huecos marcadas por el CTE DB SI 2. Además, puesto que ambos sectores no se solapan en distintas plantas, la separación vertical entre huecos no es necesaria

La fachada, ventilada, con tres plantas y una altura total de 11,60 metros, cumple D-S3,d0 en todos sus materiales, incluyendo el aislamiento de la fachada ventilada, así como B-S3,d0 en los 3,5 primeros metros. Los materiales principales son el fibrocemento (A-S1,d0) y la madera de Iroko con protección ignífuga mediante autoclave. El aislamiento de la cámara ventilada es un aislante mineral protegido contra el agua (A-S1,d0).

En cuanto al muro medianera conformado por una pantalla de hormigón armado de 35 cm con recubrimientos de 4 cm, expuesto por una única cara y con un trasdosado de placas de yeso y aislante mineral, cumple con una resistencia al fuego EI 120.

- Evacuación de ocupantes:

Todas las plantas de viviendas cuentan con, al menos, dos salidas, y en ningún caso el recorrido de evacuación es inferior a los 35 metros. Para los locales de planta baja, los recorridos no superan los 25 metros cuando constan de una única salida, ni los 50 cuando cuentan con dos salidas. Desde el desembarco de las escaleras en la planta de salida del edificio hasta dicha salida, no se superan los 15 metros. Ningún recorrido desde una salida del edificio hasta un espacio exterior seguro supera los 50 metros, existiendo además otro recorrido alternativo hasta otro espacio exterior seguro. Por último, el recorrido de evacuación en la lavandería (LRE) no supera los 25 metros.

El cálculo de la ocupación de todos los recintos se desarrolla en la entrega de la intensificación, así como el dimensionado de los distintos elementos. Con esos cálculos, obtenemos los siguientes resultados (en algunos casos, las dimensiones son mayores a las exigidas por temas proyectuales):

- 1 escalera compartimentada por bloque de 1,20 metros de ancho y 1 escalera en el convento de 0,90 metros de ancho. Aunque el SUA marca como ancho mínimo para escalera públicas 1 metro, en este caso, debido a la inviabilidad técnica y al estar introduciendo un ascensor que mejora la accesibilidad, se considera que cumple las exigencias. Las puertas de acceso a estas escaleras compartimentadas son de 0,925 m para las de los bloques de vivienda y de 0,825 para la del convento.
- Todos los pasillos públicos de los bloques de vivienda tienen un ancho de 1,60 metros.
- Todas las salidas de los locales de edificio localizadas en planta primera y baja, así como las salidas de los locales comerciales, están compuestas por dobles hojas de 0,825 metros, salvo en el caso de la lavandería, los trasteros y la zona de instalaciones, cuya salida tiene doble hoja de 0,725 m.
- Los pasillos que forman parte de los recorridos de evacuación en los usos públicos cumplen en todos los casos, teniendo casi siempre un ancho mínimo de 1,5 metros (permitiendo además así una correcta maniobrabilidad de personas con movilidad reducida).
- Las puertas situadas en recorridos de evacuación cumplen en todos los casos y son siempre iguales o mayores de 0,825 metros.

- Señalización de los medios de evacuación:

Por último, se va a justificar el cumplimiento del CTE DB-SI 3.7., aspecto no desarrollado en la entrega de la intensificación:

- Todas las salidas de planta, recinto o edificio tendrán con el rótulo <<SALIDA>>.
- Existirán señales indicativas hacia las distintas salidas marcando los recorridos de evacuación y evitando confusiones entre distintos recorridos.
- En las puertas cercanas a las salidas que puedan inducir a error, habrá un rótulo de <<SIN SALIDA>>.

### 7.1.2. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS ACTIVOS

En este apartado se va a justificar el cumplimiento del CTE DB-SI 4 <<Instalaciones de Protección contra Incendios>>.

Según la tabla 1.1. <<Dotación de Instalaciones de Protección Contra Incendios>>, nuestro edificio de uso Residencial Vivienda y 3 plantas de altura (con cubierta transitable sólo para mantenimiento) requiere únicamente de extintores portátiles. Éstos deberán estar colocados a 15 m de recorrido a en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación, así como en las zonas de riesgo especial. Su ubicación exacta se puede contemplar en la planimetría adjunta.

### 7.2. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS (AFS Y ACS)

Resumen de los aspectos generales desarrollados para la intensificación:

- Nº Contadores: 21 (14 para viviendas, 1 para espacios comunitarios y 6 para locales)
- Cálculo de la demanda de caudal instantáneo mínimo (l/s):
  - o Viviendas: AFS 1,0/vivienda – ACS 0,43/vivienda
  - o Espacios comunitarios: AFS 1,55 – ACS 1,0
  - o Gimnasio: AFS 1,6 – ACS 0,795
  - o Lavandería: AFS 4 – ACS 2,6
  - o Biblioteca: AFS 0,4
  - o Restaurante: AFS 0,95 – ACS 0,4
  - o Peluquería: AFS 0,2 – ACS 0,13
  - o Zona médica: AFS 0,5

#### 7.2.1. CÁLCULO DE AFS

En primer lugar, es necesario calcular el caudal de agua. Suma de caudal instalado en viviendas (Qi):

El edificio cuenta con un total de 14 viviendas, y en cada una de ellas encontramos los siguientes aparatos:

1 VIVIENDA		
ZONA HÚMEDA	APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO (l/s)
BAÑO	DUCHA (x2)	0,4
	INODORO (x2)	0,2
	LAVADO (x2)	0,2
COCINA	FREGADERO	0,2
TOTAL		1,0 (x14 VIVIENDAS = 14,0)

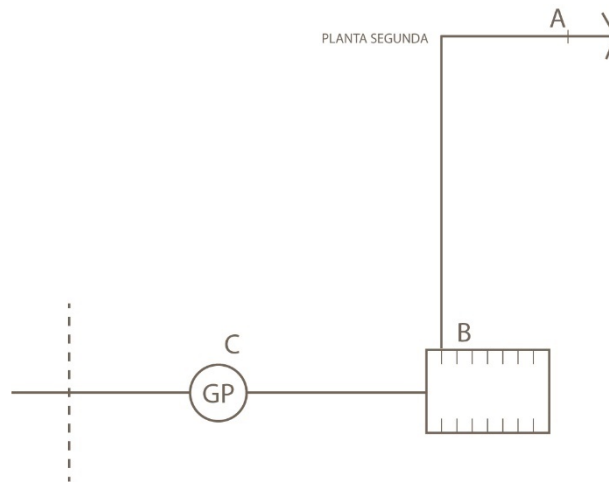
- Caudal de cálculo: es necesario obtener el coeficiente de simultaneidad. Para ello se utiliza la siguiente fórmula, donde <<n>> es el número de aparatos instalados en cada vivienda. En este caso es 7:

$$K_v = (19 + N) / [10 \cdot (N+1)] = 0,325$$

Con <<k>> calculada, se resuelve la ecuación del caudal de cálculo:

$$Q_c = k \cdot Q_i = 0,325 \cdot 1,0 = 0,325 \text{ l/s}$$

- Grupo de presión: consta (según el CTE DB-HS4) de un depósito auxiliar de alimentación, bombas y depósito de presión. La instalación se divide en dos tramos.



Tramo	Nº Viv/locales	Qi (l/sg)	Nº Grifos	Vmax (l/sg)	k	Qc (l/sg)	Vreal (m/s)	ø calc (mm)	ø nominal (mm)	ΔPLC (mca/m)	Ltramo (m)	Pctotal (mca)
AB	1	1	7	2	0,33	0,33	1,04	14,39	20	0,08	117,4	8,9525
BC	21	23,2	137	2	0,11	2,55	1,30	40,32	50	0,04	4,8	0,1736

Para el tramo AB se ha seleccionado la derivación individual más desfavorable, estando ésta situada en la esquina sureste del bloque de menor tamaño, en la planta segunda.

Por último, debemos saber que:

$$J_{\text{total}} = J_{AB} + J_{BC} = 9,12$$

-Depósito auxiliar de alimentación: debe poseer una reserva de agua equivalente a unos 15 minutos de consumo:

$$V = Q_c \cdot t \cdot 60 = 2295 \text{ l}$$

Se decide colocar un depósito de 2500 l.

-Equipo de bombeo: según las especificaciones del punto 4.5.2.2. del CTE DB-HS 4, al tener un  $Q_c$  de 2,55 l/s, será necesario disponer de un total de 3 bombas.

Potencia del equipo de bombeo:

$$P = Q_c \cdot (P_b + 10) / 75 \cdot 0,8$$

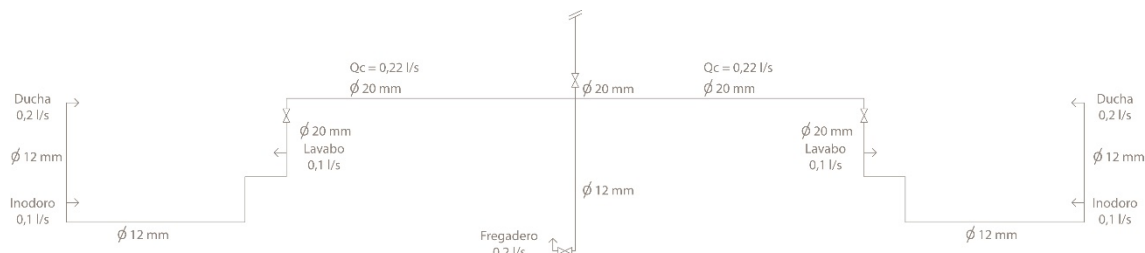
$$P = 2,55 \cdot (29,12 + 10) / 75 \cdot 0,8 = 1,66 \text{ Cv}$$

-Volumen depósito de presión:

$$V_d = 3 \cdot Q_c \cdot (P_b + 10) = 3 \cdot 2,55 \cdot 39,12 = 299,27 \text{ l}$$

Se decide colocar un depósito de 500 L.

- Dimensionado de tuberías interiores de vivienda: En función de los caudales, y la tabla 4.2 del CTE DB-HS 4 referente a <<Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos>>, se dimensionan las tuberías de la instalación interior de cada vivienda.



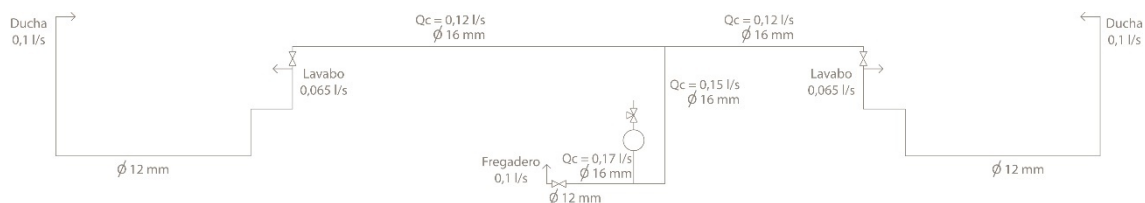
- Centralización de contadores: La centralización de contadores de las viviendas se localiza en un armario situado en planta baja, con acceso directo desde las zonas comunitarias exteriores y con unas dimensiones de 2,0 x 2,80 x 0,70 m.

## 7.2.2. CÁLCULO ACS

- Suma del caudal instalado en viviendas:

1 VIVIENDA		
ZONA HÚMEDA	APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO MÍNIMO (l/s)
BAÑO	DUCHA (x2)	0,2
	LAVABO (x2)	0,13
COCINA	FREGADERO	0,1
TOTAL		0,43 (x14 VIVIENDAS = 6,02)

- Dimensionado de tuberías interiores de vivienda, siguiendo el mismo procedimiento que para AFS:



- Demanda: según la tabla 4.1. referente a <<Demanda de referencia a 60º>> del CTE DB-HE 4, la demanda de agua caliente de una vivienda de 28 l/día por persona.

Se va a desarrollar el bloque de viviendas de mayor tamaño, que consta de 8 viviendas de dos dormitorios cada una, más espacio multifuncional que puede convertirse en dormitorio para el cuidador cuando sea necesario. Por tanto, el número de habitantes máximo por viviendas es de 3 personas, obteniendo un total de 24 personas.

Demanda total:  $24 * 28 \text{ l/día por persona} = 672 \text{ l/día}$

Aplicando el factor de centralización según la tabla 4.3. del CTE DB-HE 4:

Demanda total viviendas ACS =  $672 * 0,9 = 605 \text{ l/día}$

Además, de esta instalación se nutren de agua caliente el gimnasio y la lavandería.

Gimnasio:  $21 \text{ l/día por persona} * 20 = 420 \text{ l/día}$

Lavandería: 35 l/lavadora \* 10 lavadoras/día = 350

Demanda total de ACS = 1375 l/día

Para el gimnasio y la lavandería se ha hecho una estimación. En primer lugar, éstos no deberían contabilizarse a parte si dichos locales fuesen para uso exclusivo de los residentes. En las viviendas no existe lavadora, sino que se ha hecho la lavandería común, y si los residentes se ducharan en el gimnasio no lo volverían a hacer en su vivienda. No obstante, en el programa del proyecto se especifica que los locales deben dar servicio, además de a los residentes, a posibles personas que vengan del exterior. Se ha estimado que al gimnasio de la residencia pueden acudir y ducharse allí 20 personas al día, además de los residentes, y que se pueden poner 10 lavadoras al día, además de las que pongan los residentes.

- Superficie de captación:

-Contribución solar mínima (según tabla 2.1. del CTE DB-HE 4, del 60%) = 825 l/día

-Elección del tipo de instalación: el sistema seleccionado para la instalación de ACS es de acumulación solar centralizada con suministro indirecto. Toda la acumulación de agua caliente se realiza en la cubierta, evitando así tener acumulación en cada vivienda (que ocuparía espacio de ésta). Cada vivienda cuenta con un equipo de producción auxiliar alimentado con gas butano que calentará el agua hasta la temperatura necesaria en caso de que el circuito de agua caliente de aportación solar no alcance la temperatura requerida.

-Sistema de captación: se realizará mediante captadores solares, orientados al sur y con una inclinación de 37° (coincidiendo con la latitud de Marchena).

-Superficie de captación: por el cálculo anterior se sabe que el volumen mínimo de aportación solar en este bloque debe ser de 825 l/día, y, por tanto, el volumen mínimo de acumulación debe cubrir la demanda solar mínima.

$$50 < V/A < 180$$

$$825/A = 100; A = 8,25 \text{ m}^2 \text{ de captación}$$

Teniendo en cuenta que un captador solar tiene una superficie aproximada de 2 m<sup>2</sup>, el número de captadores necesarios serían 5. Tras la comprobación en el programa <<Cheq 4>>, se comprueba que esta instalación resulta insuficiente. Se opta por poner 10 captadores solares, modelo <<Fagor Solaria 2.1>>, cuya superficie de captación por unidad es de 1,87 m<sup>2</sup>.

En consecuencia, el nuevo volumen de acumulación es de 1870 l.

- Sistema de intercambio: el intercambiador que separa el circuito primario del secundario debe cumplir que:

$$P > 500 * A$$

$$P = 500 * 18,7 = 9350 \text{ W} = 9,35 \text{ kW}$$

No obstante, se ha comprobado en el programa anteriormente mencionado que con esta potencia es insuficiente. Se necesita un intercambiador de 30 kW de potencia para cumplir con la demanda.



- Comprobación con el programa <<Chep 4>>:



### 7.3. SANEAMIENTO

Para la evacuación de aguas pluviales y residuales, se han generado 3 huecos verticales por vivienda (1 por local húmedo), así como algunos adicionales en las zonas comunitarias, facilitando la caída por gravedad hasta el falso techo de la planta baja, donde, mediante una red colgada (pdte. 1 %), se conduce el agua hasta los huecos dispuestos en planta baja para conectar con la red enterrada de saneamiento (pdte. 2%). Es en la red enterrada donde se unen las redes de evacuación de aguas pluviales y residuales, de manera que se conecta un único conducto a la red pública.

Dada las dimensiones de la parcela, ha sido necesario crear 3 redes de acometidas para no generar recorridos mayores a 40 metros. Dado que la losa de cimentación tiene un canto de 80 cm, y que la pendiente de los colectores enterrados según el CTE DB-HS5 debe ser al menos del 2%, se ha evitado superar esa longitud para no tener elementos debajo de la losa.

En cuanto al diseño de la red de saneamiento, se ha seguido lo especificado en la normativa CTE DB-HS5, aunque existe un punto donde no se ha seguido de manera estricta lo recomendado por la normativa, cuyos motivos se explican a continuación.

En el apartado 3.3.1.2. del HS5, <<Redes de pequeña evacuación>>, se dice que el desagüe de los inodoros debe estar a menos de 1,00 metro de distancia de la bajante residual. En nuestro caso, tenemos una distancia de 1,35 metros. Es cierto que, si se hubiese colocado el hueco para las bajantes en el lado opuesto de los armarios empotrados de las viviendas (ver planimetría), dicha distancia hubiese cumplido con la exigencia. Sin embargo, si ese fuera el caso, muchos de los huecos para bajantes hubiesen

quedado ubicados pegados a la fachada, en el borde estructural, obligando a crear huecos en los zunchos de borde del forjado reticular. Es por ello que, dado que se tiene espacio suficiente para dar la pendiente necesaria al desagüe del inodoro, se ha optado por esta solución en beneficio de la estructura.

### 7.3.1. CÁLCULO DE LA RED DE SANEAMIENTO

Todas las viviendas son prácticamente iguales, y constan de los mismos núcleos húmedos (dos baños y una kitchenette), por lo que se analizará una única vivienda. Primero, se van a establecer las unidades correspondientes a cada aparato sanitario, siguiendo la tabla 4.1 <<UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios>> del CTE DB-HS 5.

Núcleo	Aparatos	Uds	Uds Totales
Cocina	fregadero	3	3
Baño (x2)	lavabo	1	14
	ducha	2	
	inodoro	4	

- Diámetros de los ramales colectores: según las tablas 4.1, 4.2 y 4.3 del CTE DB-HS 5, se determinan los diámetros necesarios para los ramales colectores:

Fregadero: 50 mm - Lavabo: 32 mm - Ducha: 40 mm - Inodoro: 110 mm

- Diámetro de bajantes de aguas residuales: al ser todas las viviendas iguales, se comprobará únicamente una de ellas. Se usa como referencia la tabla 4.4 <<Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UDs>> del CTE DB-HS 5. Además, se deben tener en cuenta los diámetros mínimos que establece dicha norma:

- 90 mm, pluvial, residual sin inodoro
- 110 mm, residual con inodoros
- 125 mm, residual con dos inodoros en la misma planta

Se debe tener en cuenta que el edificio consta de 2 plantas de viviendas, por lo que cada bajante sirve a dos viviendas:

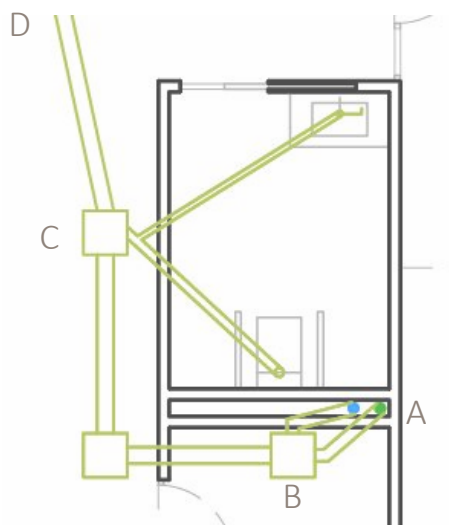
Bajante	Nº Ud	Diámetro	D. corregido
Cocina	6	50	90
Baño 1	14	63	110
Baño 2	14	63	110

- Cálculo de la red pluvial: el diámetro de las bajantes de las aguas pluviales se obtiene de la tabla 4.8 <<Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h>>. En el caso de Marchena, debido a que su régimen pluviométrico es distinto a 100, se debe aplicar un factor de corrección de 0,9 según el Anexo B del CTE DB-HS 5.

Paño	Superficie (m2)	Sup. Corregida	Diámetro (mm)	Diám. Corregido
1	79,1	71,19	63	90
2	83,5	75,15	63	90
3	83,5	75,15	63	90
4	75,3	67,77	63	90
5	62,8	56,52	50	90
6	62,8	56,52	50	90
7	116,1	104,49	63	90
8	83,5	75,15	63	90
9	83,5	75,15	63	90
10	64,1	57,69	50	90
11	30	27	50	90
12	90,7	81,63	63	90
13	78,9	71,01	63	90
14	116,1	104,49	63	90
15	67,6	60,84	50	90
16	75,3	67,77	63	90
17	79,3	71,37	63	90
18	90,4	81,36	63	90
19	148	133,2	75	90
20	54,8	49,32	50	90
21	77,1	69,39	63	90

En cuanto a los colectores horizontales, siguiendo la tabla 4.9 <<Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h>>, y aplicando el factor de corrección comentado anteriormente, obtenemos colectores de 90 mm de diámetro con pendiente del 1% en todos los casos. Existen algunos paños cuya superficie es mayor a 125 m<sup>2</sup>, pero en dichos paños siempre existen más de 1 sumidero, por lo que la superficie del colector nunca supera dicho número.

- Dimensionado de la red mixta enterrada: para este apartado, se ha decidido escoger el siguiente tramo de la red mixta enterrada de colectores, situada en la zona médica:



Hay que tener en cuenta que:

- $UD < \text{ó} = 250$ , superficie equivalente a  $90 \text{ m}^2$
- $UD > 250$ , superficie equivalente a  $0,36 * UD \text{ m}^2$
- Si el régimen pluviométrico es diferente a 100, deben multiplicarse los valores de las superficies equivalente por el factor f de corrección.

TRAMO	DESCRIPCIÓN	APORTE	Sup. Eq. (100 mm/h)	Sup. Corregida (90 mm/h)	Sup. Acumulada
AB	Residual	14 Ud	90	81	81
BC	AB + Pluvial	125,6	125,6	113,04	194,04
CD	BC + Aseo público	7 Ud	90	81	275,04

A continuación, mediante la tabla 4.9 del CTE DB-HS 5, se determinan los diámetros de cada tramo según la superficie acumulada, teniendo en cuenta los diámetros mínimos y con una pendiente de 2%.

TRAMO	SUPERFICIE ACUMULADA	DIÁMETRO (mm)	DIÁM. CORREGIDO (mm)
AB	81	90	125
BC	194,04	110	125
CD	275,04	110	125

## 7.4. ELECTRICIDAD

• Previsión de cargas: A continuación, se muestra la previsión de cargas de la centralización de contadores que se va a desarrollar, correspondiente al bloque de viviendas 1, situado al sur de la parcela, que consta de 8 viviendas. El resto de la previsión de cargas (bloque 2 y locales terciarios) se puede encontrar en la entrega de la intensificación:

- Armario de contadores 1: 9 contadores, 8 de viviendas y 1 de espacios comunes.

- Grado de electrificación elevado (GEE): 9200 W (40 A)

- Número de viviendas: 8

- Coeficiente de simultaneidad: 7

- Potencia viviendas: 64.400 W

- Salas comunes viviendas:  $80 \text{ W/m}^2 * 425 \text{ m}^2 = 34.000 \text{ W}$

- Alumbrado zonas de servicio viviendas:  $40 \text{ W/m}^2 * 507,5 \text{ m}^2 = 20.301 \text{ W}$

- Alumbrado zonas exteriores comunes viviendas:  $5 \text{ W/m}^2 * 147,7 \text{ m}^2 = 738,5 \text{ W}$

- Cocinas comunitarias:  $12.000 \text{ W} * 2 \text{ cocinas} = 24.000 \text{ W}$

- Ascensor: 7.000 W

- Telecomunicaciones: 250 W

- Grupo de presión: 2.000 W

- ACS: 500 W

- **Potencia total: 153.189,5 W**

- Dimensionado de la LGA:

Pt: 153.189,5 W

U: 400 V

L: 27,5 m

$\varepsilon$  (%) < 0,5 % C. Central

Conductividad = 48 m/Ω mm<sup>2</sup> (70 °C)

$I_{\text{cálculo}} = P / (\sqrt{3} * U * \cos \phi) = 153.189,5 / (\sqrt{3} * 400 * 0,8) = 273,39 \text{ A}$

$I_{\text{fusible}} = 315 \text{ A}$

$I_{\text{admisible}} = 356 \text{ A}$

Para una I admisible de 356 A le corresponde una sección de 185 mm<sup>2</sup>

$\varepsilon$  (%) =  $100 * 153.189,5 * 27,5 / 48 * 185 * 400^2 = 0,297 \% < 0,5\%$  CUMPLE

La LGA queda definida por una sección de fase de 185 mm<sup>2</sup>, una sección de neutro de 95 mm<sup>2</sup> y un diámetro exterior del tubo de 180 mm.

**LGA = XLPE 3 x 185 mm<sup>2</sup> + 95 mm<sup>2</sup> Tubo Ø 180 mm**

- Instalación interior de la vivienda tipo:

Circuito de utilización	Nº de tomas	Potencia prevista por toma (W)	Factor de simultaneidad Fs	Factor de utilización Fu
C1: Iluminación	10	200	0,75	0,5
C2: Tomas generales	16	3450	0,2	0,25
C3: Cocina y horno	2	5400	0,5	0,75
C4: lavadora, lavavajilla y termo eléctrico	-	-	-	-
C5: Tomas cocina y baño	6	3450	0,4	0,5
C6: Iluminación exterior	2	200	1	0,5
C9: Climatización	-	-	-	-

Tipo de toma	Int. Autom. (A)	Máx. nº de tomas	Conductores sección mm <sup>2</sup>	Tubo o conductores diámetro mm
Punto de luz	10	30	1,5	16
Base 16 A 2p + T	16	20	2,5	20
Base 25 A 2p + T	25	2	6	25
-	-	-	-	-
Base 16 A 2p + T	16	6	2,5	20
Punto de luz	10	20	1,5	16
-	25	-	6	25

Actualmente la vivienda no posee lavadora, lavavajillas (existen zonas comunitarias con estos elementos) ni termo eléctrico (el actual es de gas). No obstante, se tiene en cuenta por si en un futuro se implementara uno de estos elementos.

- Diseño de la puesta de tierra: el cálculo y desarrollo de la puesta de tierra se puede encontrar en la entrega de la intensificación. La instalación definitiva consta de 20 metros de cable de cobre enterrado de 16 mm<sup>2</sup> protegido contra la corrosión. Se aprovechará el espacio de los patios interiores para dicha instalación.

- Diseño de la instalación de pararrayos: al igual que el punto anterior, su cálculo y desarrollo se puede encontrar en la entrega de la intensificación. La instalación definitiva se compone de un pararrayo situado en el volumen mayor, cercano al volumen menor, con una eficiencia mínima de 0,831 y con un nivel de protección 3.

### 7.4.1. LUMINOTECNIA

A continuación, se va a llevar a cabo el diseño de la iluminación artificial de la sala del bar/cafetería. En primer lugar, se va a establecer el nivel del luxes que requiere la estancia en función de su uso.

Para la cafetería, el nivel de luxes mínimos exigidos en el plano de trabajo será de 300 luxes.

Seguidamente, se elige la luminaria a utilizar:

TrueLine empotrable Philips RC530B W8L120

Tipo de lámpara: Línea de luz LED

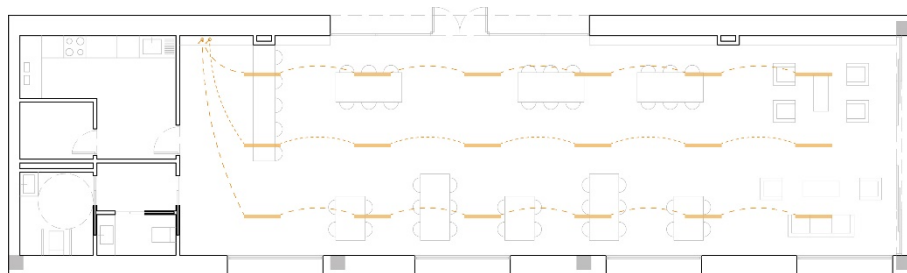
Potencia: 19,0 W

Flujo luminoso: 2500 lm

Dimensiones: 1110 x 100 mm

Después, establecemos el límite del Valor de Eficiencia Energética de la instalación (VEEI), que según la tabla 3.1. del CTE DB HE3, para hotelería y restauración es de 8,0, así como la potencia máxima instalada, que según la tabla 3.2. del mismo documento, para iluminancias medias en el plano horizontal menores a 600 luxes, el límite de Watios instalados por m<sup>2</sup> será de 10. Se decide instalar 3 filas de luminarias con 6 luminarias en cada fila.

Esquema básico de la iluminación artificial en la sala del bar/cafetería:

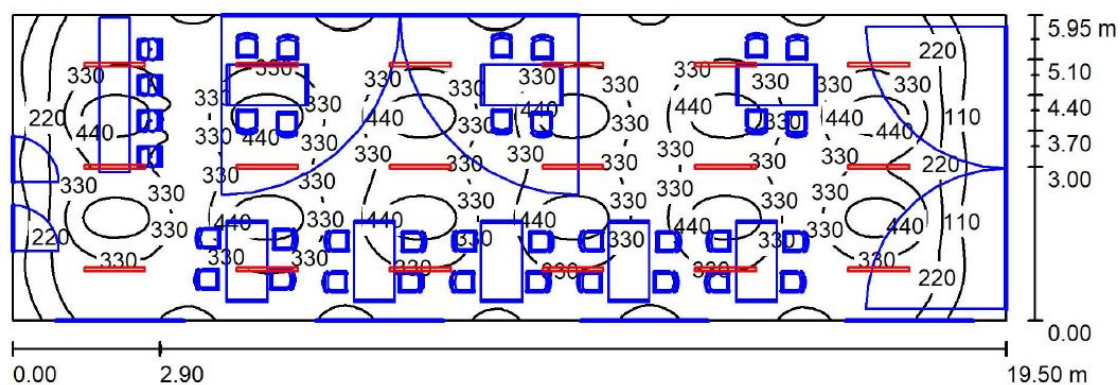


Como sistemas de regulación y control, se establecen dos interruptores de encendido y apagado manual a parte del cuadro eléctrico situados en la zona de la barra (accesible solo al personal). Uno de ellos controla las filas laterales, mientras que el otro controla la fila central. De este modo se pueden encender todas a la vez o solo una parte, según exijan las circunstancias. Además, se establece un sistema de encendido y apagado por horario centralizado en el cuadro eléctrico de 9:00 h a 2:00 h (el horario de la cafetería es de 10 a 24 h, dando una hora de margen para la apertura y 2 para el cierre).

Por último, para comprobar si cumplimos con las exigencias, se procede a introducir el recinto en el programa Dialux. En el programa se definen todos los parámetros que afectan al cálculo, tales como la geometría del recinto, el plano de trabajo (en 0,75 metros de altura) el factor de mantenimiento (se ha establecido en 0,8), el color y reflexibilidad de superficies, mobiliarios, etc.



Primero comprobamos que la iluminancia media horizontal mantenida en el plano de trabajo cumple con lo exigido ( $E_m = 312 > 300$ , CUMPLE).



Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	312	25	532	0.081
Suelo	20	235	16	415	0.067
Techo	70	56	22	80	0.393
Paredes (4)	50	80	25	269	/

Después comprobamos que la potencia instalada y el VEEI cumplen con las exigencias descritas anteriormente. La potencia instalada es de  $2,95 \text{ W/m}^2$  ( $2,95 < 10$ , CUMPLE) y el VEEI es de  $0,94$  ( $0,94 < 8$ , CUMPLE).

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	18	PHILIPS RC530B W8L120 1 xLED25S/930 OC (1.000)	2500	2500	19.0
Total:			45000	45000	342.0

Valor de eficiencia energética:  $2.95 \text{ W/m}^2 = 0.94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $116.02 \text{ m}^2$ )

## 7.5. TELECOMUNICACIONES

- 1 PAU / Vivienda: 14 PAUs
- 1 PAU para zonas comunitarias / bloque: 2 PAUs
- 2 PAUs / local: 14 PAUs
- Número total de PAUs: 30
- Dimensiones mínimas del RITI y el RITS para 30 PAUs (mm): 2.000 x 2.000 x 500

RED DE ALIMENTACIÓN. CANALIZACIÓN SUPERIOR		
R. ENLACE ARMARIO	TUBOS d = 40 mm	
DIMENSIONES MÍNIMAS	UTILIZACIÓN	
Alto x Ancho x Prof.	RTV	SAI
360 x 360 x 120	2	

RED DE ALIMENTACIÓN. CANALIZACIÓN INFERIOR						
REGISTRO DE ACCESO	R. ENLACE ARMARIO	R. ENLACE ARQUETA	USUARIOS	TUBOS d = 63 mm		
DIMENSIONES MÍNIMAS				UTILIZACIÓN		
Alto x Ancho x Prof.				TBA	STDP	R
600 x 400 x 300	450 x 450 x 120	400 x 400 x 400	30	3		2

RED DE ALIMENTACIÓN. CANALIZACIÓN EXTERNA						
ARQUETA DE ENTRADA		ARQ. DE PASO	USUARIOS	TUBOS d = 63 mm		
DIMENSIONES MÍNIMAS				UTILIZACIÓN		
Alto x Ancho x Prof.				TBA	STDP	R
600 x 600 x 800		400 x 400 x 400	30	3		2

RED DE DISTRIBUCIÓN. CANALIZACIÓN PRINCIPAL						
USUARIOS	TUBOS d = 50 mm					
	Nº	UTILIZACIÓN				
		RTV	STDP	TBA	FO	R
30	7	1	2	1	1	2

## 7.6. GAS BUTANO

Como sistema de apoyo a la instalación de ACS, se ha decidido instalar un calentador alimentado con gas butano en cada vivienda, así como en los locales que lo requieren. Esta decisión viene forzada dada la inexistencia de una red de gas natural en Marchena.

Dicho calentador debe ser estanco según las exigencias de la normativa actual (RITE). En el caso de las viviendas se sitúa en las kitchenettes. Éstas poseen tres módulos de 60x60, correspondiendo dos de ellos a los elementos que componen la propia kitchenette y el tercero al espacio para la instalación de gas. En este último, se situaría bajo la encimera la bombona de butano y sobre ella, en un armario, el calentador. La introducción y expulsión de gases se realiza mediante tubos conducidos a través del patinillo de instalaciones situado colindando con la kitchenette.

El calentador elegido es el calentador de gas BOSCH THERM 5600S 12L, con las siguientes características:



- Alimentación: Gas butano
- Dimensiones (mm): 335 x 180 x 575
- Sistema de evacuación de gases: estanco
- Potencia: 20,7 kW
- Caudal de agua caliente: 12l/min
- Número de puntos de agua simultáneos: 2
- Diámetro de los tubos de introducción y expulsión de gases: 80 mm (hasta 8 metros de recorrido)
- Clasificación energética ErP: A



## 7.7. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

### 7.7.1. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN VIVIENDAS

Para establecer la instalación de ventilación y climatización de las viviendas, vamos a seguir la normativa CTE BD-HS 3 referente a la <<Calidad del aire interior>>.

En primer lugar, se van a calcular los caudales mínimos en l/s de la vivienda tipo según la tabla 2.1 del HS3.

- Caudal de admisión:

Según dicha tabla, obtenemos un caudal de 8 para los dos dormitorios principales, de 4 para la sala multifunción, y se ha optado por poner un caudal de 6 para los salones. En el CTE se especifica que para viviendas de 2 o más dormitorios, el caudal del salón debe ser 8 ó 10. Los salones de estas viviendas están comunicados pero pueden dividirse, y, por tanto, para el cálculo de la ventilación y la climatización, en vez considerar que tenemos un gran salón, vamos a considerar que tenemos dos salones y que cada uno de ellos abastece a 1 dormitorio, y es por ello que se considera lógico usar el caudal de salones para viviendas de 1dormitorio.

El caudal de admisión total es de 32 l/s.

- Caudal de extracción

Por otro lado, podemos ver que el caudal mínimo de extracción para una vivienda de 2 dormitorios es de 24, y teniendo en cuenta que tenemos tres locales húmedos (2 baños + 1 cocina), se podría poner un caudal de 8 l/s en cada local. Sin embargo, para igualar el caudal de extracción con el de admisión, se eleva el  $q_v$  de cada local húmedo a 10,6 l/s.

El caudal de extracción total tras las correcciones es de 32 l/s.

Además, se dispondrá de una campana de extracción en la zona de cocción que permita extraer un caudal de 50 l/s.

- Dimensionado de las aberturas de admisión ( $4 \cdot q_v$ ) en  $\text{cm}^2$ :

Para los dormitorios:  $32 \text{ cm}^2$

Para los salones:  $24 \text{ cm}^2$

Para la sala multifunción:  $16 \text{ cm}^2$

- Dimensionado de las aberturas de extracción ( $4 \cdot q_{ve}$ ) en  $\text{cm}^2$ :

Para todos los locales húmedos:  $42,4 \text{ cm}^2$

- Dimensionado de las aberturas de paso: ( $8 \cdot q_{vp}$ ) en  $\text{cm}^2$ :

Para este cálculo, debemos tener en cuenta que los tres locales húmedos cuentan con dos puertas cada uno dando a locales secos distintos, por lo que las aberturas de admisión se pueden dividir en 2.

Admisión por local húmedo:  $84,8 \text{ cm}^2$ , pudiéndose dividir en dos aberturas de  $42,4 \text{ cm}^2$  cada una.

- Dimensionado de los conductos de extracción:

Para la extracción del aire se va a usar ventilación mecánica independiente por vivienda. La sección del conducto de extracción será mayor de  $2,5 \cdot q_{vt}$ , es decir, mayor a  $80 \text{ cm}^2$ . Se opta por usar un conducto de  $12,5 \text{ cm}$  de diámetro.

Por otro lado, según el punto 4 del apartado 2 del CTE DB-HS 3, la cocina debe disponer de un sistema que permita extraer los contaminantes que se producen durante su uso, de forma independiente a la ventilación general, que sea capaz de extraer un caudal mínimo de  $50 \text{ l/s}$ . Según esto, la sección del conducto de la campana extractora debe ser mayor a  $125 \text{ cm}^2$ . Se opta por un conducto de  $10 \times 15 \text{ cm}$ .

- Cálculo de las cargas térmicas en vivienda tipo:

La vivienda tipo consta de 5 espacios que deben estar climatizados, 2 dormitorios de  $12,03 \text{ m}^2$  cada uno, dos salones de  $13,62 \text{ m}^2$  cada uno y espacio multifuncional de  $7,48 \text{ m}^2$ .

Para la vivienda se va a hacer un cálculo simplificado, considerando  $100 \text{ W/m}^2$ .

Dormitorios:  $1.203 \text{ W}$

Salones:  $1.362 \text{ W}$

Esp. Multifunción:  $748 \text{ W}$

Total:  $5.878 \text{ W} = 5,88 \text{ kW}$

- Elección de aparatos en vivienda:

La VRF que más viviendas abastece es la VRF 4, que abastece a un total de 6 viviendas, por lo que su potencia frigorífica debe ser de  $35,28 \text{ kW}$ .

Se elige el modelo Toshiba MAP1206HT8P-E, con una capacidad de refrigeración de  $35,5 \text{ kW}$ , una capacidad de calefacción de  $37,5 \text{ kW}$  y unas dimensiones de  $1830 \times 990 \times 780 \text{ mm}$ .

Por otro lado, cada vivienda posee 3 unidades interiores, 1 tipo conducto por ocupante y 1 unidad tipo Split para el espacio multifunción.

Cada unidad tipo conducto, ubicada en el falso techo del baño, abastece a 1 dormitorio + 1 salón, por lo que su potencia debe ser de  $2,57 \text{ kW}$ . Se selecciona el modelo Toshiba AP0124SPH1-E, con una capacidad de refrigeración de  $3,6 \text{ kW}$ , de calefacción de  $4 \text{ kW}$  y unas dimensiones de  $210 \times 845 \times 645 \text{ mm}$ .

Por último, la unidad tipo Split de la habitación multifunción necesita una potencia mínima de 0,75 kW. Se opta por un modelo TOSHIBA MMK AP0057HP-E1, con una capacidad de refrigeración de 1,7 kW, de calefacción de 1,9 kW y unas dimensiones de 293 x 798 x 230 mm.

- Conductos de la unidad de vivienda:

Para el predimensionado de los conductos de la unidad de vivienda, se estima una velocidad de expulsión de 6 m/s y una sección de 12 cm<sup>2</sup> por m<sup>2</sup> a climatizar. Cada unidad de conducto tiene 3 tramos:

Tramo 1 (salón + dormitorio): 25,65 m<sup>2</sup> x 12 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> = 307,8 cm<sup>2</sup>; Se elige un conducto de 15 x 25

Tramo 2 (dormitorio): 12,03 m<sup>2</sup> x 12 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> = 144,36 cm<sup>2</sup>; Se elige un conducto de 10 x 15

Tramo 3 (salón): 13,62 m<sup>2</sup> x 12 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> = 163,44 cm<sup>2</sup>; Se elige un conducto de 15 x 15

- Sistema de las zonas comunitarias de las viviendas:

El sistema de climatización de las zonas comunes de las viviendas se soluciona con una unidad exterior VRF por bloque ubicada en cubierta y conectada a unidades interiores tipo cassette. La ventilación se realiza mediante una UTAE por bloque también ubicada en cubierta.

## 7.7.2. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN EN LOCALES TERCIARIOS

Para los locales terciarios, se ha decidido calcular la instalación de climatización y ventilación del bar/cafetería. La normativa que seguiremos para este caso es el CTE DB-HE 2, referente al <<Rendimiento de las instalaciones térmicas>> y el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios).

- Cuestiones previas al diseño:

Lo primero que debemos definir para esta instalación es en qué condiciones de climatización y ventilación deben estar los distintos espacios que componen el local. Los espacios pueden ser:

- Espacios climatizados y ventilados: aquellos espacios destinados al público y que cuentan con una envolvente térmica, en los que se prevé la estancia prolongada de personas. Éste es el caso la sala principal del bar/cafetería.
- Espacios ventilados: locales donde la actividad principal no está destinada al uso continuo de los usuarios. Aquí encontraríamos la cocina y los aseos.
- Espacios abiertos al exterior: son espacios donde no se cuenta con una envolvente térmica, aunque se encuentren bajo cubierta. Aquí tendríamos la galería de acceso y las terrazas.

- Exigencias de bienestar e higiene:

- Exigencias de calidad térmica del ambiente:

Fijamos las condiciones interiores según los límites exigidos por el RITE en la tabla 1.4.1.1. para situaciones normales con una actividad metabólica de 1,2 met y grado de vestimenta 0,5 clo en verano y 1,00 clo en invierno (teniendo en cuenta nuestra localización).

Verano: T<sup>a</sup> = 24 °C y Hr = 50%

Invierno:  $T^a = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $H_r = 45\%$

- Exigencias de calidad del aire interior:

En el apartado 1.1.4.2.2. del RITE se dice que deben establecerse categorías de calidad del aire interior según los usos de los edificios, así como el caudal mínimo del aire exterior de ventilación. Las categorías son IDA 2 (aire de buena calidad), IDA 3 (aire de calidad media) e IDA 4 (aire de baja calidad).

- Filtración del aire exterior mínimo de ventilación:

Tal y como se indica en el apartado IT 1.1.4.2.4. del RITE, el aire exterior de ventilación se introducirá debidamente filtrado en los edificios. Para la filtración de este aire indicaremos que la calidad del aire exterior será ODA 2 (Aire con concentraciones altas de partículas y, o gases contaminantes).

- Aire de extracción:

Según el IT 1.1.4.2.5., el aire de extracción será:

AE1 (bajo nivel de contaminación), incluye todos los espacios y locales destinados al público, como salas de conferencia, talleres, salas de estudio, etc.

AE2 (moderado nivel de contaminación), incluye las viviendas, habitaciones de albergue, cafeterías, etc.

AE3 (alto nivel de contaminación), en este apartado se incluirá la cocina que da servicio al público.

AE4 (muy alto nivel de contaminación), como pueden ser los cuartos de instalaciones.

- Caudales mínimos de ventilación:

Una vez se definen estos parámetros, se calculan los caudales mínimos de ventilación de cada espacio en función de las características de cada uno de ellos. Se ha llevado a cabo una separación entre espacios públicos y espacios servicios, donde en el primero se prevé la presencia de usuarios mientras que los segundos tendrán usos puntuales.

ESPACIOS PÚBLICOS (presencia continua de personas)							
USO	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	AIRE DE EXTRACCIÓN	FILTRO	NÚMERO DE OCUPANTES	dm <sup>3</sup> / PERSONA	dm <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h
Bar/cafetería	IDA 3	AE2	F5 + F7	80	8	640	2304
Cocina	IDA 3	AE3	F5 + F7	2	8	16	57,6

ESPACIOS DE SERVICIO (uso puntual)							
USO	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	AIRE DE EXTRACCIÓN	FILTRO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	CAUDAL AIRE EXT. (l/s)	dm <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h
Aseos	IDA 4	AE2	F5 + F6	9,8	2	19,6	70,6

El caudal calculado en los espacios de servicio representa el caudal que debe ser extraído de manera mecánica. En la planimetría adjunta se puede ver cómo se han colocado shunts de ventilación en este tipo de locales para asegurar la correcta extracción.

- Exigencias de eficiencia energética:

A continuación, vamos a establecer las características del local en función a la calidad del aire interior, su uso y la ocupación del mismo.

Bar/Cafetería:

- Horario de uso: 10 – 24 h
- Ocupación: 80 p (alta)
- Calidad del aire interior: IDA 3

- Predimensionado de las cargas térmicas:

Se va a realizar un predimensionado de las cargas térmicas del espacio del Bar/cafetería que debe estar climatizado para poder saber las dimensiones de los conductos y la potencia de la maquinaria a colocar.

USO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	RATIO (W/m <sup>2</sup> )	Q SENS (W)	CAUDAL DE IMPULSIÓN (m <sup>3</sup> /h)
Bar/cafetería	118,7	100	11870	2909,3

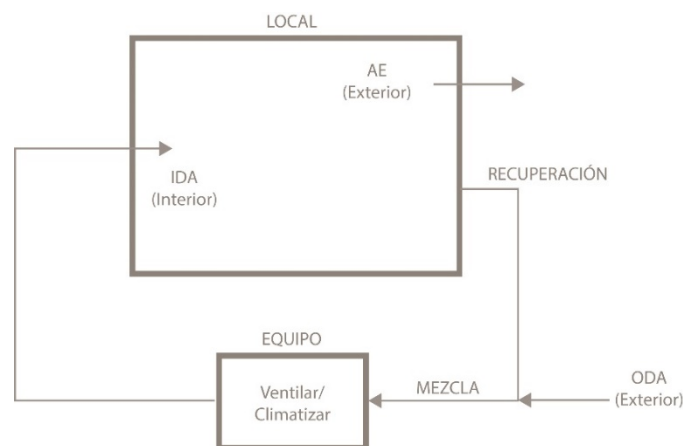
Para este cálculo, se han estimado unas cargas térmicas de 100 W/m<sup>2</sup>, una velocidad de 6 m/s y unos 12 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de área de conducto por área a climatizar.

- Descripción de la solución adoptada:

Dada la diferenciación de usos que tenemos entre la planta baja y las superiores, se ha optado por dotar a cada uno de los locales de planta baja de una instalación de climatización y ventilación independiente del resto de usos.

Se ha optado por poner UTAEs activas de bajo perfil, en el caso del bar cafetería situada en el falso techo de los aseos y ventilando hacia los patios interiores o hacia el exterior a través del falso techo\*. Además, dado que el revestimiento de la planta baja se hace con una trama de listones de madera, se puede lograr disimular las salidas de aire.

\*Existe una altura libre de suelo a techo de 3,35 metros, lo que nos da espacio de sobra para colocar un falso techo donde se sitúe la instalación de climatización. En las zonas de servicio el falso techo sería de 0,6 metros (aquí iría situada la máquina) y en el resto de 0,4 metros (aquí irían los conductos).

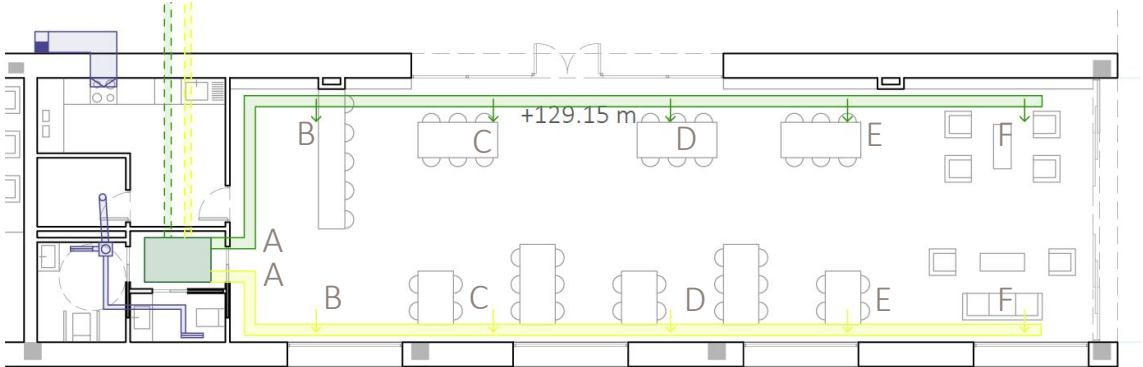


Esquema conceptual del sistema

- Dimensionado de la red de conductos:

Se va a realizar el dimensionado de los conductos de impulsión y extracción de la cafetería:

USO	Qimp (m3/h)	Qvent (m3/h)	Qrec (m3/h)
Bar/cafetería	2909,3	2304	605,3



Impulsión (Qimp):

TRAMO	Caudal (%)	Caudal (m3/h)	Área (%)	Área (m2)	B (m)	H (m)	A real (m2)	V real m/s)
AB	100	2909,3	100	0,13	0,5	0,3	0,15	5,4
BC	80	2327,4	80	0,11	0,4	0,3	0,12	5,4
CD	60	1396,46	60	0,06	0,3	0,3	0,09	4,3
DE	40	558,586	40	0,03	0,2	0,2	0,04	3,9
EF	20	111,7171	20	0,01	0,1	0,1	0,01	3,1

Extracción (Qvent + Qrec):

TRAMO	Caudal (%)	Caudal (m3/h)	Área (%)	Área (m2)	B (m)	H (m)	A real (m2)	V real m/s)
AB	100	2909,3	100	0,13	0,5	0,3	0,15	5,4
BC	80	2327,4	80	0,11	0,4	0,3	0,12	5,4
CD	60	1396,46	60	0,06	0,3	0,3	0,09	4,3
DE	40	558,586	40	0,03	0,2	0,2	0,04	3,9
EF	20	111,7171	20	0,01	0,1	0,1	0,01	3,1

## **8. JUSTIFICACIÓN DE ACCESIBILIDAD**

A continuación, se va a justificar el cumplimiento de las normativas de accesibilidad en todo el proyecto. Para la correcta comprobación de este apartado, véase la planimetría adjunta del proyecto básico.

### **8.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Las normativas de aplicación referentes a la accesibilidad en este proyecto son:

- CTE DB-SUA
- Documento técnico sobre el decreto andaluz de accesibilidad.

Para la justificación de los diferentes parámetros se cogerá la normativa más restrictiva en cada caso.

### **8.2. RECORRIDOS EN EL EDIFICIO**

Según el artículo 1.1.1. del CTE DB-SUA 9, la parcela debe poseer al menos un itinerario accesible que comunique con una entrada principal al edificio. En nuestro caso, la entrada principal a la planta baja se encuentra al norte de la parcela y no existe desnivel con respecto al espacio público. Además, dicha planta da acceso tanto a los portales que comunican con las viviendas como a los equipamientos públicos, y toda la planta se encuentra al mismo nivel. Por otro lado, a las viviendas se puede acceder, además de por los portales de planta baja, por las dos entradas situadas a la cota de la plaza Ducal, ambas también accesibles desde dicha plaza.

### **8.3. ACCESIBILIDAD ENTRE PLANTAS DEL EDIFICIO**

Debe existir al menos un ascensor accesible que comunique las plantas de vivienda con la entrada del edificio. Como ya se ha comentado, a las viviendas se puede acceder a través de la Plaza Ducal sin necesidad de hacer uso de ascensores. No obstante, para comunicar las distintas plantas de viviendas, así como éstas con la planta baja y los equipamientos que ahí se encuentran, se han dispuesto 2 ascensores (1 por bloque), ambos accesibles. Tienen unas dimensiones de 1,40 x 1,40 m (siendo el mínimo 1,1 x 1,4 m) y existe un espacio a la entrada donde se puede inscribir un círculo de más de 1,50 m de diámetro.

Por otro lado, dentro del edificio del Convento conservado, existe un ascensor con unas dimensiones menores a las mínimas. No obstante, las condiciones del edificio preexistente no permiten la introducción de un ascensor mayor, y por tanto se recurre a la disposición adicional primera del DTDA, explicada en el apartado 8.6. de este documento.

### **8.4. ESPACIO PARA GIROS Y PASILLOS**

- A la entrada de los distintos usos, tanto a las viviendas como a algunos usos de carácter público, así como en otros puntos del proyecto donde son necesarios, existen vestíbulos en los cuales se puede inscribir siempre una circunferencia libre de obstáculos y no barrida por las hojas de las puertas de 1,5 m de diámetro.

- Dado que el proyecto ha querido trabajar sobre la idea de galería, haciendo de esta un espacio vividero y para compartir, el ancho de los pasillos de las plantas de vivienda es de 1,60 metros, siendo el mínimo establecido de 1,20 m. Por otro lado, en los equipamientos públicos existen muy pocos pasillos, pero aquellos que existen tienen un ancho mínimo de 1,50 metros.

- Las puertas de acceso desde el exterior y las puertas interiores tienen siempre un ángulo de apertura de más de 90 °. La anchura libre de paso en todas las puertas situadas en itinerarios y espacios accesibles es mayor de 0,80 metros (las más pequeñas tienen una anchura de 0,825 m). Además, a ambas caras de todas las puertas en itinerarios y espacios accesibles existe un espacio libre horizontal donde puede inscribirse una circunferencia de diámetro mayor de 1,20 m, al mismo nivel y no barrido por las hojas de las puertas.

- Todos los aseos de carácter público son accesibles. Todos los aseos cuentan con al menos un aseo accesible, con espacio para transferencia lateral de 80 cm a ambos lados del inodoro y con un espacio de giro para la silla de ruedas libre de obstáculos de 1,5 m de diámetro. Además, el acceso a estos aseos se da directamente desde pasillos de más de 1,20 metros de ancho (en los casos en los que el giro no es necesario, como pasa en el bar/cafetería) o desde vestíbulos donde se puede inscribir un círculo de 1,5 metros (en los casos en los que el giro sí es necesario, como en la biblioteca). Por último, es necesario mencionar que en el gimnasio existe un vestuario público accesible con una ducha que cuenta con un espacio para el giro de la silla en el que puede inscribirse una circunferencia de diámetro 1,5 m.

## 8.5. VIVIENDA ACCESIBLE

- Acceso: La puerta de acceso a la vivienda deberá cumplir todo lo mencionado en el apartado anterior relativo a puertas de acceso, según el artículo 115 del DTDA.

- Pasillos interiores: En las viviendas no existen pasillos interiores.

- Vestíbulos: En el vestíbulo existente a la entrada de las viviendas, se puede inscribir un círculo para giro de diámetro mínimo 1,50 m libre de obstáculos. (Art. 115)

- Escalones: En el interior de la vivienda no existen escalones. (Art. 115)

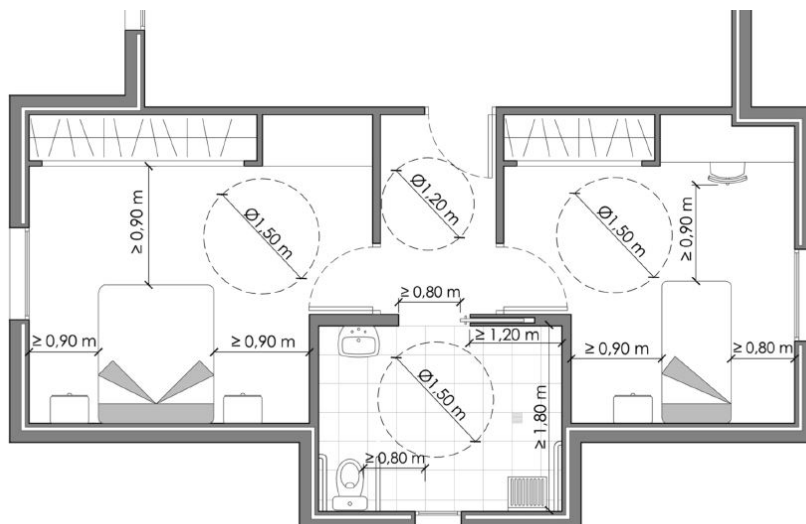
- Terrazas: Con respecto a las terrazas, se garantiza la accesibilidad desde el interior. La carpintería del hueco queda con un resalto menor de 5 cm. (Art. 116)

- Carpinterías: Los sistemas de apertura y cierre de carpintería y protecciones exteriores tales como ventanas, persianas, u otros análogos, que son manipulables y tienen vistas al exterior se sitúan a una altura de 1,20 m libre de obstáculos en el frente de acceso a las mismas. El espacio de barrido de las hojas de ventanas queda fuera del espacio de circulación, y los antepechos de ventana tienen una altura máxima de 0,60 m. (Art. 117)

- Cocinas: La altura desde el pavimento a las encimeras es de 0,85 m. Existe un espacio para giro, de diámetro mínimo 1,50 m libre de obstáculos considerando el amueblamiento de la cocina y puede inscribirse frente al fregadero un círculo de diámetro mayor de 1,20 m libre de obstáculos. (Art. 119)

- Dormitorios: Disponen de un espacio para giro de diámetro mayor de 1,50 m libre de obstáculos considerando el amueblamiento. La distancia entre los obstáculos entre los que se circula, sean elementos constructivos o de mobiliario, es mayor de 0,80 m. El espacio de aproximación y transferencia a ambos lados de la cama tiene una anchura de 0,90 m. (Art. 120)





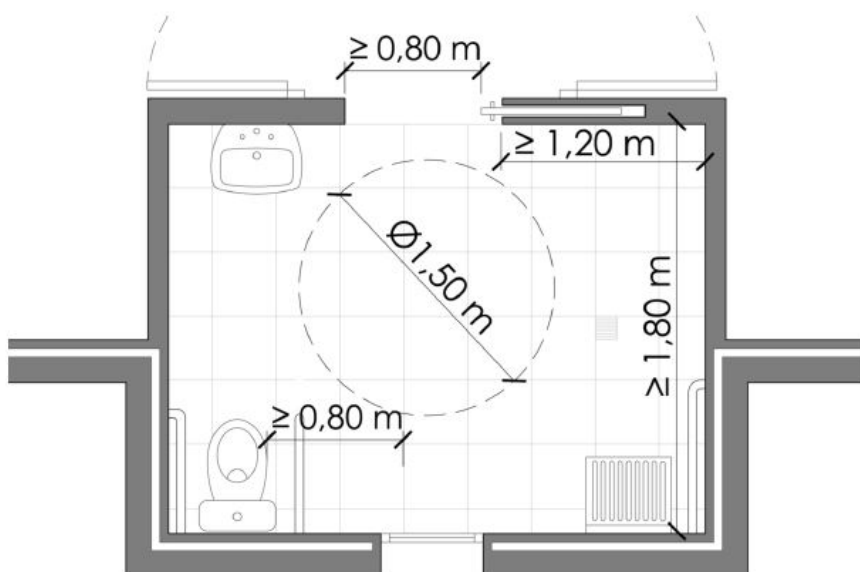
*Dormitorio accesible. Imagen del artículo 120 del Documento Técnico Sobre el Decreto Andalúz de Accesibilidad.*

- Cuartos de Baño: Disponen de un espacio libre, no barrido por el área de apertura de las puertas, donde se puede inscribir una circunferencia de 1,50 m de diámetro, libre de obstáculos, que permite girar para acceder a todos los aparatos. Disponen de un inodoro, un lavabo y una ducha\*.

Es posible acceder frontalmente al lavabo por lo que no existen obstáculos en su parte inferior, donde se dispone de un espacio libre de 0,70 m de altura y 0,50 m de profundidad. La cara superior del lavabo no supera los 0,85 m de altura.

Es también posible acceder lateralmente a la ducha y al inodoro disponiendo de un espacio de transferencia libre, de una anchura de 0,80 m a un lado. La altura del asiento del inodoro es de 0,50 m desde el suelo y está ir provisto con barras laterales (siendo abatible la que posibilita la transferencia lateral). (Art. 121)

\*La ducha está provista de un asiento adosado a la pared, con unas medidas de anchura, altura y fondo de 40, 50 y 40 cm, respectivamente, abatible y con respaldo y dotado con un espacio de transferencia lateral de 0,80 m de ancho. Además, la ducha está enrasada con el pavimento (el cual es antideslizante y con una pendiente del 1,5%) y tiene unas dimensiones de 1,80 x 1,20 m libre de obstáculos. (Art. 78)



*Cuarto de baño accesible. Imagen del artículo 121 del Documento Técnico Sobre el Decreto Andalúz de Accesibilidad.*

## 8.6. PASEO PÚBLICO DE LA MURALLA

En la introducción del Documento Técnico sobre el Decreto Andaluz de Accesibilidad, en el apartado b) del punto 1 de la disposición adicional primera <<Excepcionalidad al cumplimiento del Reglamento>>, se establece que:

<<Excepcionalmente, podrán aprobarse proyectos o documentos técnicos y otorgarse licencias, permisos o autorizaciones, sin cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento, siempre que concurran las siguientes circunstancias:

Que las condiciones físicas del terreno o de la propia construcción o cualquier otro condicionante de tipo histórico, artístico, medioambiental o normativo, imposibiliten el total cumplimiento de la presente norma y sus disposiciones de desarrollo.>>

En este caso, se debe salvar una altura de 3,80 metros existente entre la plaza Ducal y el espacio público colindante con la Carretera de Carmona al norte de la parcela en un espacio de 30 x 6 m aproximadamente. Aplicando una pendiente del 6%, y teniendo en cuenta la necesidad de tener varias mesetas de 1,5 metros mínimo, la longitud de la rampa necesaria es de casi 30 metros.

La consecuencia resultante de intentar introducir una rampa con esas características en el espacio del que se dispone es que surge un espacio público de poca calidad, fragmentado, donde la rampa tiene excesivo protagonismo y sin la posibilidad de generar espacios de encuentro y relación que vayan más allá de un recorrido lineal. Además, hay que tener en cuenta que dicho itinerario se encuentra colindando con un monumento de alto valor histórico y arquitectónico, y que por ello con más motivo el espacio generado debe ser sencillo y minimalista, respetando al máximo las preexistencias.

Se establece un recorrido alternativo por la calle Amargura o a través del ascensor situado en el interior del Convento en el horario en que éste se encuentre abierto.

## 9. VALORACIÓN ECONÓMICA GLOBAL

- Estimación del PEM: para la estimación de PEM, se ha seguido el método simplificado de los presupuestos estimativos de ejecución material de los distintos tipos de obra del COAS.

VI VIVIENDA						
			Calidad básica hasta 2 núcleos húmedos	Calidad media 3 núcleos húmedos	Calidad alta 4 ó más núcleos húmedos	
Código DENOMINACIÓN			euros/m <sup>2</sup>	euros/m <sup>2</sup>	euros/m <sup>2</sup>	
UNIFAMILIAR	ENTRE MEDIANERAS	VI01 TIPOLOGÍA POPULAR	533	-	-	
		VI02 TIPOLOGÍA URBANA	627	721	784	
	EXENTO	VI03 CASA DE CAMPO	596	-	-	
		VI04 CHALET	752	846	1.003	
PLURIFAMILIAR	ENTRE MEDIANERAS	VI05 s ≤ 2.500 m <sup>2</sup>	690	752	815	
		VI06 s > 2.500 m <sup>2</sup>	658	721	752	
	BLOQUE AISLADO	VI07 s ≤ 2.500 m <sup>2</sup>	627	690	815	
		VI08 s > 2.500 m <sup>2</sup>	596	658	752	
	EXENTO	VI09 s ≤ 2.500 m <sup>2</sup>	690	752	878	
		VI10 s > 2.500 m <sup>2</sup>	658	721	815	
		VIVIENDAS EN HILERA	VI11 s ≤ 2.500 m <sup>2</sup>	658	721	784
			VI12 s > 2.500 m <sup>2</sup>	627	690	721

Nos encontramos en un edificio de viviendas plurifamiliar exento de más de 2500 m<sup>2</sup>, con usos terciarios en la planta baja y la integración de un edificio preexistente. Para la zona de viviendas, seleccionamos calidad media:

Superficie construida del proyecto destinada a vivienda: 3.210,34 m<sup>2</sup>

Elección baremo: VI08, calidad media hasta 3 núcleos húmedos: 658€/ m<sup>2</sup>

Aplicación del baremo (PEM): 3.210,34 x 658 = 2.112.403,72 €

CO COMERCIAL		
Código	DENOMINACIÓN	euros/m <sup>2</sup>
CO01	LOCAL EN ESTRUCTURA SIN ACTIVIDAD (FORMANDO PARTE DE UN EDIFICIO DESTINADO A OTROS USOS)	314
CO02	LOCAL TERMINADO (FORMANDO PARTE DE UN EDIFICIO DESTINADO A OTROS USOS)	690
CO03	ADECUACIÓN DE LOCAL	502
CO04	EDIFICIO COMERCIAL DE NUEVA PLANTA	s ≤ 2.500 m <sup>2</sup> 1.066
CO05		s > 2.500 m <sup>2</sup> 972
CO06	SUPERMERCADO E HIPERMERCADO	s ≤ 2.500 m <sup>2</sup> 1.066
CO07		s > 2.500 m <sup>2</sup> 972
CO08	MERCADO	s ≤ 2.500 m <sup>2</sup> 752
CO09		s > 2.500 m <sup>2</sup> 721
CO10	GRAN ALMACÉN	s ≤ 2.500 m <sup>2</sup> 1.254
CO11		s > 2.500 m <sup>2</sup> 1.160

Para la zona de locales comerciales de la planta baja, seleccionamos local terminado formando parte de un edificio destinado a otros usos:

Superficie construida del proyecto dedicado a locales comerciales: 1.282,37 m<sup>2</sup>

Elección de baremo: CO02, 690 €/m<sup>2</sup>

Aplicación del baremo (PEM): 884.835,30 €

RR REFORMA Y REHABILITACIÓN		
Código	DENOMINACIÓN	Factor
RR01	OBRAS DE REFORMA O REHABILITACIÓN REALIZADAS SOBRE EDIFICIOS SIN VALOR PATRIMONIAL RELEVANTE, CON CAMBIO DE USO O TIPOLOGÍA QUE INCLUYAN DEMOLICIONES Y TRANSFORMACIONES IMPORTANTES	1,25
RR02	REFORMA DE EDIFICIO MANTENIENDO EL USO Y CONSERVANDO ÚNICAMENTE CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS	1
RR03	REFORMA INTERIOR DE EDIFICIO MANTENIENDO EL USO, LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y AFECTANDO A FACHADA	0,75
RR04	REFORMA INTERIOR DE EDIFICIO MANTENIENDO EL USO, LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y LA FACHADA	0,65
RR05	AMPLIACIONES DE EDIFICIO EN PLANTA O ALTURA	1,1

**CRITERIOS DE APLICACIÓN**  
El factor establecido en esta tabla se aplica sobre el precio en euros/m<sup>2</sup> obtenido en cualquiera de las restantes tablas.

Para la rehabilitación de la nave del convento se decide usar el coeficiente RR02. En nuestro caso, se mantienen los muros y la cimentación, pero se cambian los forjados. Además, se ha de sanear el edificio por completo y reconstruir la escalera. Es por ello que se decide usar un término medio. Debido a que su uso es de recepción y administración, se aplica la siguiente tabla:

OF OFICINAS		
Código	DENOMINACIÓN	euros/m <sup>2</sup>
OF01	ADECUACIÓN INTERIOR PARA OFICINA, DE LOCAL EXISTENTE	502
OF02	FORMANDO PARTE DE UNA O MÁS PLANTAS DE UN EDIFICIO DESTINADO A OTROS USOS	690
OF03	EDIFICIOS EXCLUSIVOS	909
OF04	EDIFICIOS EXCLUSIVOS	846
OF05	EDIFICIOS OFICIALES Y ADMINISTRATIVOS	1.066
OF06	DE GRAN IMPORTANCIA	1.003

**CRITERIOS DE APLICACIÓN**  
En los valores consignados en este cuadro, no se incluyen las partidas correspondientes a decoración que habrán de considerarse aparte si quedan integradas en el proyecto de edificación.

Superficie construida del convento: 399,48 m<sup>2</sup>

Elección de baremo: OF03, debido a que se encuentra separado del edificio de viviendas: 909 €/m<sup>2</sup>

Aplicación del baremo (PEM): 399,48 x 909 x 1 = 363.127,32 €

PEM total: 3.360.366,34 €

Beneficio Industrial BI (6% s/PEM) = 201.621,98 €

Gastos Generales GG (13% s/PEM) = 436.847,62 €

Presupuesto de Contrata PC (PEM + GG + BI) = 3.998.835,94 €

IVA (21% PC) = 839.755,55 €

Honorarios técnicos (7% s/PEM) = 235.225,64 €

Honorarios por Redacción de Proyecto Básico (40% s/H) = 94.090,26 €

Honorarios por Redacción de Proyecto de Ejecución (30% s/H) = 70.567,69 €

Honorarios por la Dirección de Obra (30% s/H) = 70.567,69 €

Presupuesto Final = PC + IVA + H = 3.998.835,94 + 839.755,55 + 235.225,64 = 5.073.817,13 €

El desarrollo del presupuesto global por capítulos, así como las mediciones y presupuestos por unidades y el pliego de condiciones de una parte del edificio, se pueden encontrar en la entrega de la intensificación.

## 10. CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### CALIFICACION ENERGETICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B4	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

#### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>&lt;4.40A</div><div>4.40-7.70B</div><div>7.70-12.50C</div><div>12.50-19.70D</div><div>19.70-44.10E</div><div>44.10-48.10F</div><div>=&gt;48.10G</div></div> <div><div>6,75B</div></div>		CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	B	Emisiones ACS (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	A
		3,50		0,48	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones refrigeración (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	B	Emisiones iluminación (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	-
		2,76		-	
Emisiones globales (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año) <sup>1</sup>					

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	6,27	10264,60
Emisiones CO <sub>2</sub> por combustibles fósiles	0,48	783,43

#### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>&lt;19.20 A</div><div>19.20-33.1 B</div><div>33.10-54.00 C</div><div>54.00-84.80 D</div><div>84.80-184.30 E</div><div>184.30-200.90 F</div><div>=&gt;200.90 G</div></div> <div>39,26 C</div>		CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m².año)	C	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m².año)	A
		20,68		2,26	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m².año) <sup>1</sup>		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m².año)	C	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m².año)	-
		16,32		-	

#### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

edificio.	
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<div><div>&lt;4.60 A</div><div>4.60-10.70 B</div><div>10.70-19.20 C</div><div>19.20-32.20 D</div><div>32.20-64.30 E</div><div>64.30-70.10 F</div><div>=&gt;70.10 G</div></div> <div>9,53 B</div>	<div><div>&lt;7.80 A</div><div>7.80-12.60 B</div><div>12.60-19.50 C</div><div>19.50-30.00 D</div><div>30.00-36.90 E</div><div>36.90-45.40 F</div><div>=&gt;45.40 G</div></div> <div>13,12 C</div>
Demanda de calefacción (kWh/m²año)	Demanda de refrigeración (kWh/m²año)

<sup>1</sup>El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.